

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

José Donizetti de Lima

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE
PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO
OLERÍCOLA NAS UNIDADES DE
PRODUÇÃO FAMILIAR**

Porto Alegre

2010

José Donizetti de Lima

**Proposição de um Sistema de Planejamento da Produção Olerícola nas Unidades de
Produção Familiar**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientadora: Professora Márcia Elisa Soares
Echeveste, Dra.

Porto Alegre

2010

José Donizetti de Lima

**Proposição de um Sistema de Planejamento da Produção Olerícola nas Unidades de
Produção Familiar**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Márcia Elisa Soares Echeveste, Dra.

Orientadora PPGEP/UFRGS

Profa. Carla Schwengber ten Caten, Dra.

Coordenadora PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora Liane Werner, Dra. (PPGEP/UFRGS)

Professor Guilherme Luís Roehe Vaccaro, Dr. (PPGEPS/UNISINOS)

Professor Miguel Angelo Perondi, Dr. (PPGDR/UTFPR)

Dedicatória

A Deus.

À minha Família.

A meus Amigos.

Dedico este trabalho à minha esposa SIMONE,

à minha filha GABRIELLI e ao meu filho

GUSTAVO por terem estado ao meu lado de

forma especial e imprescindível, durante esta

etapa da minha vida. Pessoas estas que me

fizeram entender o verdadeiro sentido do verbo

AMAR...

Epígrafes

“Deus provê, Deus proverá e sua misericórdia não faltará”

“Se enxerguei mais longe foi porque apoiei-me em ombros de gigantes”

(ISAAC NEWTON, 1642-1727)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, da sabedoria, da paciência, da perseverança e do amor, dons que alicerçam todas as realizações. Também à Mãe de Deus e nossa, pelas inesgotáveis virtudes que nos deixou como exemplo.

Aos meus pais, pela confiança, carinho e incentivo que sempre me transmitiram. Queira Deus que o destino reserve aos meus filhos (Gabrielli e Gustavo) a felicidade de serem presenteados com pais tão bons quanto os meus (João Macário de Lima e Maria Cândida de Jesus Lima).

No campo profissional, agradecer a todos que ajudaram a construir esta tese não é tarefa fácil. O maior perigo que se coloca para o agradecimento seletivo não é decidir quem incluir, mas decidir quem não mencionar. Então, aos meus amigos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com sua amizade e com sugestões efetivas para a realização deste trabalho, gostaria de expressar minha profunda gratidão.

Em primeiro lugar gostaria de externar o agradecimento ao professor Dr. José Luis Duarte Ribeiro pela forma brilhante na condução da coordenação do DINTER e por me fazer entender e valorizar a pesquisa qualitativa. A professora Dra. Márcia Elisa Soares Echeveste, pela orientação, colaboração e incentivo prestados desde o início do trabalho (tese). Pela sua participação com importantes sugestões que colaboraram de forma imprescindível e serviram de estímulo para o desenvolvimento da tese. Tudo o que escrever será pouco para expressar a gratidão pelas relevantes contribuições para o desenvolvimento e aprofundamento do tema.

O autor agradece aos membros das bancas de qualificação e defesa. Aos professores doutores Liane Werner, Guilherme Luís Roehe Vaccaro e Miguel Angelo Perondi por suas sugestões e contribuições que melhoraram substancialmente a qualidade final do texto da tese. E, também aos demais professores do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, que de forma direta proporcionaram um grande crescimento no campo do aprendizado.

Aos professores/pesquisadores: (i) Prof. Dr. Luís César Cassol pela contribuição na caracterização de solo no SPPO (especialista em solos da UTFPR – Campus Pato Branco); (ii) Prof. Dr. Idemir Citadin pelo auxílio na caracterização do clima no SPPO (especialista em climatologia agrícola da UTFPR – Campus Pato Branco); (iii) Prof. Dr. Wilson Itamar Godoy pelas várias entrevistas, acompanhamento em visitas técnicas e atividades ligadas a produção olerícola (especialista em olericultura da UTFPR – Campus Pato Branco); (iv) Prof. Dra. Dalva Paulus (especialista em olericultura da UTFPR – Campus Dois Vizinhos); (v) Valdir Luchmann (técnico especialista do CAPA – Verê/PR); (vi) Vanessa Casiraghi (engenheira agrônoma da secretaria municipal de agricultura de Pato Branco/PR); (vii) Pesq. Dr. Geovani Amaro da Embrapa hortaliças pela entrevista realizada por correio eletrônico; (viii) senhores Bertani e Rosane (EMATER – unidades Pato Branco e Saudade do Iguaçu, respectivamente); (ix) CRESOL-Baser (Silvana); (x) senhoras Terezinha Zolet Palma e Lúcia de Franceschi do escritório de planejamento agropecuário; (xi) senhor Edmirson Borrozzino, do IAPAR Londrina, que forneceu os dados agroclimáticos sobre o município de Pato Branco/PR; e (xi) Prof. Dra. Lana Mara Rodrigues dos Santos, da Universidade Federal de Vicosa-MG, que por meio de correspondência eletrônica prestou os esclarecimentos necessários para ampliação do entendimento de seus modelos e métodos de solução propostos para a programação da rotação de culturas.

Agradeço aos olericultores familiares de Pato Branco/PR que participaram, por meio de entrevistas individuais, e contribuíram de forma relevante para a composição final do SPPO. Em especial aos que forneceram os dados reais para os estudos de caso em profundidade do SPPO. Sem estas informações não seria possível a validação da proposição teórica. Estes se mostraram sempre receptivos e dispostos a ajudar, os quais não desistem, mesmo diante das maiores dificuldades (ou adversidades). Espero que os resultados do trabalho desenvolvido possam contribuir para os olericultores, assim como estes contribuíram para o meu aprendizado sobre a produção olerícola.

Não posso deixar de agradecer aos muitos e-mails que foram trocados com objetivo de solicitação de material, ou troca de informações. Desta forma, tive contato com vasta bibliografia a respeito do tema e pude vislumbrar novos caminhos para o desenvolvimento da pesquisa. Gostaria de registrar a forma carinhosa como sempre fui recebido e os incentivos por outros pesquisadores, por entender que esta é uma área estratégica para o país que ainda é carente deste tipo de pesquisa.

Meu agradecimento especial aos amigos Gilson e Marcelo que desde o princípio foram parceiros nas dificuldades e nas longas, mas agradáveis, viagens de Pato Branco/PR a Porto Alegre/RS. Aos demais colegas do curso de doutorado em Engenharia de Produção pelas sugestões, amizades e convivência que proporcionaram tantos momentos de trocas de conhecimentos e experiências. Esses, certamente serão lembrados com muito carinho pelos difíceis, mas agradáveis momentos de crescimento que tivemos juntos.

Aos companheiros da Coordenação dos Cursos de Ensino Médio (COEME) local de convívio agradável e produtivo. Aos demais colegas da UTFPR – Campus Pato Branco, pelo incentivo e apoio em minha busca pelo saber. A professora Joanita Hagedorn Vieira pelas excelentes aulas de espanhol instrumental. Foi um aprendizado bem gostoso e importante para a proficiência em língua espanhola em 2008. A professora Thelma Belmonte pelas aulas de inglês instrumental durante o mestrado na UFPR. Seus ensinamentos persistem até hoje e foram importantes para a proficiência em língua inglesa em 2001 e 2008. Ao professor Manoel dos Passos da Silva Costa, pelas dúvidas dos termos de origem latinas e que foram sanadas nos intervalos de aulas. Estes termos apareceram durante a revisão de literatura. À professora Rosana Petry pela colaboração na construção do *abstract* da tese.

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco pela liberação parcial (ou integral por período de tempo determinado) para a realização deste curso. Em especial aos professores da área de matemática que assumiram as minhas aulas para a dedicação exclusiva para a finalização deste trabalho. À coordenação operacional (local) do Dinter na figura do professor Dr. Carlos Marcelo de Oliveira Stein e à Joana Faggion, secretária local do Dinter. A todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, em especial ao Luiz Fernando Nicodemo Chaves.

À UFRGS, por meio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, por me oportunizar a realização deste curso de doutorado. Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo suporte financeiro. À CAPES e Fundação ARAUCÁRIA pelo apoio financeiro sem o qual este trabalho não seria possível.

RESUMO

No Brasil, as hortaliças são produzidas, em diferentes épocas do ano, por milhares de agricultores familiares, distribuídos por todo o país. Por ser uma atividade que admite maior complexidade que as demais atividades agrícolas, esta tese propõe um sistema de planejamento da produção olerícola (SPPO) para as unidades de produção familiar (UPFs). Para o desenvolvimento do SPPO utilizou-se uma metodologia, dividida em quatro fases. A primeira fase consistiu no levantamento de fatores e variáveis intervenientes no processo decisório (para quem, o que, quando e quanto produzir) utilizando-se a análise de conteúdo. Os resultados encontrados foram submetidos ao crivo dos especialistas em olericultura e olericultores familiares, por meio de entrevistas individuais, para definir quais elementos incorporar ao SPPO. Na segunda fase estruturou-se o banco de dados do SPPO de acordo com os resultados da primeira fase. A terceira fase, denominada processo de filtragem, além de contemplar a experiência do olericultor na escolha dos canais de distribuição, hortaliças e confrontar as recomendações agrotécnicas com as condições edafoclimáticas da localidade, busca reduzir a dimensão do problema de planejamento do sequenciamento de produção. A quarta fase consistiu na modelagem matemática para a definição da combinação de produção que será recomendado para a UPF em estudo. Ainda, nesta fase é proposta uma metodologia multiíndice para analisar a viabilidade econômica da produção recomendada pelo SPPO. Entre as vantagens do SPPO, destacam-se: (i) consideração dos fatores mercadológicos, agroecológicos, agrotécnicos, agrotecnológicos, capacidade (área, recursos humanos, hídricos e financeiros) e de base ecológico-sustentável que são incorporados em função das escolhas do olericultor; (ii) maior entendimento da complexidade que envolve o desenvolvimento da atividade; (iii) levantamento das despesas e receitas semanais durante o horizonte de planejamento; e (iv) visualização das atividades (tarefas) que devem ser realizadas para o desenvolvimento do planejado. Foram realizados estudos de caso, utilizando dados reais adaptados de UPFs do município de Pato Branco/PR, para mostrar a viabilidade do SPPO como ferramenta auxiliar no planejamento da produção de hortaliças nas UPFs.

Palavras-chave: Agricultura Familiar. Agronegócio. Olericultura. Processo Decisório. Planejamento da Produção. Modelagem Matemática. Séries Temporais.

ABSTRACT

In Brazil, vegetables are produced in different year seasons by thousands of family farms distributed throughout the country. Being an activity that allows bigger complexity than other agricultural activities, this thesis proposes a olericultural production planning system (SPPO) for the family production units (UPFs). For the development of the SPPO it was applied a methodology divided into four phases. The first phase consisted in collecting the factors and variables intervenient in the decisive process (to whom, what, when, and how much to produce) using the content analysis. The results found were submitted to the appreciation of olericulture specialists and family olericulturists, by means of individual interviews, to define which elements to incorporate to the SPPO. In the second phase the SPPO data bank was structured according to the first phase results. The third phase, denominated filtration process, besides contemplating the olericulturist's experience in the choice of the distribution canals, vegetables, and in confronting the agrotechnical recommendations with the edafoclimatical conditions of the place aims at reducing the dimension of the problem of production sequencing planning. The fourth phase consisted in the mathematical modeling to the definition of production combination which will be recommended to the UPF being studied. In this phase it is still proposed a multiindex methodology to analyze the economical viability of the production recommended by the SPPO. Among the SPPO advantages can be mentioned: (i) consideration of market agroecological, agrotechnical, agrotechnological factors, capacity (area; human, hydric, and financial resources), and of ecological-sustainable basis that are incorporated according to the olericulturist's choices; (ii) greater understanding of the complexity that involves the activity development; (iii) calculating the weekly expenses and revenue during the planning horizon; and (iv) visualization of the activities (tasks) that must be performed to the development of what has been planned. Case studies were performed, using actual data adapted to the UPFs in the city of Pato Branco/PR to show the viability of the SPPO as an auxiliary tool in planning vegetables production in the UPFs.

Key words: Family Farm. Agribusiness. Olericulture. Decisive Process. Production Planning. Mathematical Modeling. Time Series.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão sistêmica do agronegócio.....	16
Figura 2 – Comparativo Agricultura Familiar (AF) e Agricultura Empresarial (AE).....	34
Figura 3 – Intervenção e regulação dos fluxos agregados.....	37
Figura 4 – Modelo de intervenção setorial.....	38
Figura 5 – Fatores dos ambientes externo e interno às unidades de produção rural a serem considerados na escolha do que produzir na atividade de olericultura.....	43
Figura 6 – Uma ordenação da tomada de decisão.....	44
Figura 7 – Rotação de culturas.....	49
Figura 8 – Programação para dois lotes (áreas) em seis períodos.....	50
Figura 9 – Relação entre as variáveis para a cultura <i>i</i> na semana <i>j</i>	57
Figura 10 – Sistema global do modelo de Sugai et al.....	64
Figura 11 – Estrutura não-linear do mapeamento estratégico.....	67
Figura 12 – Modelo conceitual do simulador GIAF.....	67
Figura 13 – Espectro de validade da decisão.....	78
Figura 14 – Confronto retorno versus risco percebido, exemplo hipotético.....	79
Figura 15 – Abordagem clássica de problemas de pesquisa operacional.....	86
Figura 16 – Abordagem gerencial de problemas de pesquisa operacional.....	86
Figura 17 – Problemática de estudo da tese.....	91
Figura 18 – Representação simplificada do processo de desenvolvimento do SPPO.....	94
Figura 19 – Fases de estruturação do SPPO.....	95
Figura 20 – Características das oleráceas presentes no banco de dados interno.....	97
Figura 21 – Banco de dados externo do SPPO.....	97
Figura 22 – Filtros do SPPO.....	100
Figura 23 – Processo de modelagem matemática do SPPO.....	104
Figura 24 – Gráfico de Gantt para o exemplo hipotético de um calendário de plantio.....	106
Figura 25 – Síntese das entrevistas individuais com os olericultores familiares de Pato Branco/PR.....	119
Figura 26 – Mapas com destaque para cidades relevantes da região Sudoeste do Paraná.....	130
Figura 27 – Valor médio por semana de diversas temperaturas registradas em Pato Branco: 1979-2008.....	133
Figura 28 – Percentual médio por semana de ocorrência de geadas no município de Pato Branco.....	134
Figura 29 – Proxy da probabilidade de ocorrência de geadas com base no histórico 1979-2008.....	135
Figura 30 – Valor médio por semana da precipitação, evaporação e do balanço hídrico em Pato Branco.....	136
Figura 31 – Valor médio por semana da umidade relativa do ar (% médio) em Pato Branco.....	137
Figura 32 – Valor médio por semana do Fotoperíodo (N, medido em h) ao longo do ano para Pato Branco.....	138
Figura 33 – Valor médio por semana da insolação total diário (horas) em Pato Branco: 1979-2008.....	139
Figura 34 – Comparativo: fotoperíodo (N) e insolação (n), medidos em horas.....	139
Figura 35 – Valor médio semanal da Radiação Solar Extraterreste (MJ m ⁻² dia ⁻¹) para Pato Branco/PR.....	140
Figura 36 – Estimativa da radiação solar global (Q _g).....	141
Figura 37 – Comparativo entre as radiações solares Q _o e Q _g	142
Figura 38 – Comparativo entre as radiações em função da declividade do terreno.....	142

Figura 39 – Tela 1: <i>Portfólio</i> de canais de distribuição.....	149
Figura 40 – Tela 2: <i>Portfólio</i> de hortaliças.....	150
Figura 41 – Filtros propostos para o processo de filtragem (Fase 3) do SPPO.....	152
Figura 42 – Forma de atuação do Filtro Exclutor RHi.....	153
Figura 43 – Forma de atuação do Filtro Exclutor pH.....	154
Figura 44 – Forma de atuação do Filtro Exclutor TS.....	154
Figura 45 – Forma de atuação do Filtro Redutor Temperaturas Extremas.....	155
Figura 46 - Semanas de plantio de acordo com a temperatura da literatura e da localidade..	156
Figura 47 – Forma de atuação do Filtro Redutor Geada.....	156
Figura 48 – Semanas de plantio de acordo com as geadas: literatura versus localidade.....	156
Figura 49 – Zoneamento Agroclimático da Alface (parcial).....	157
Figura 50 – Uma sequência de cultivo anual factível para o exemplo ilustrativo.....	161
Figura 51 – Representação de um planejamento anual da sequência de culturas para uma área fictícia.....	162
Figura 52 – Resultados do planejamento da produção da alface na UPF fictícia.....	171
Figura 53 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF fictícia.....	172
Figura 54 – Gráfico de Gantt do Planejamento da Produção de Alface na UPF fictícia.....	173
Figura 55 – Época ideal de plantio de hortaliças em Pato Branco/PR segundo a radiação solar e inclinação do terreno.....	177
Figura 56 – Resultados da aplicação dos filtros redutores (temperaturas) para a alface.....	180
Figura 57 – Calendário de ocupação, plantio e colheita do tomate no município de Pato Branco/PR.....	182
Figura 58 – Gráfico de Gantt da produção de tomate na localidade em estudo.....	182
Figura 59 – Um planejamento da produção de tomate no município de Pato Branco/PR.....	183
Figura 60 – Questões chaves e principais resultados do planejamento conjunto da alface e cenoura.....	187
Figura 61 – Semanas e produção integrada de alface e cenoura.....	188
Figura 62 – Gráfico de Gantt do planejamento integrado da produção recomendada para a UPF em estudo.....	189
Figura 63 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF em estudo.....	190
Figura 64 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF em estudo – instância 2.....	192
Figura B.1 – Fatores (e suas variáveis) intervenientes no processo de tomada de decisão....	221
Figura E.1 – Filtros exclusivos.....	228
Figura F.1 – Filtros redutores.....	232
Figura H.1 – Dias do ano civil versus semanas do calendário do SPPO.....	237
Figura M.1 – Resultados da aplicação dos filtros redutores (temperaturas) para o <i>portfólio</i> do SPPO.....	249

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões do agronegócio mundial (US\$ bilhões) e participação de cada setor (%).....	17
Tabela 2 – Classificação dos agricultores familiares segundo a renda total média anual.....	32
Tabela 3 – Estabelecimento agropecuário e crédito rural no Brasil.....	34
Tabela 4 – Critérios utilizados pelo produtores na escolha das hortaliças.....	41
Tabela 5 – Medidas de acurácia para os métodos de previsão das temperaturas e umidade relativa.....	176
Tabela K.1 – Medidas de acurácia para os métodos de previsão de precipitação, evaporação e insolação.....	241
Tabela L.1 – Histórico semanal agroclimático do município de Pato Branco/PR (1979-2008).....	242
Tabela L.2 – Comparativo da Radiação Solar (MJ/m ² /dia) em função da inclinação do terreno da localidade.....	244
Tabela M.1 – Valor “aproximadamente ideal” de temperatura (oC) para hortaliças versus condições de Pato Branco/PR.....	250
Tabela M.2 – Efeito da temperatura do solo na germinação de sementes de hortaliças versus Tmed Pato Branco/PR(a).....	251
Tabela M.3 – Efeito da temperatura do solo na germinação de sementes de hortaliças versus Tmed Pato Branco/PR(b).....	251

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 O TEMA E SUA RELEVÂNCIA.....	19
1.2 OBJETIVOS.....	21
1.2.1 Objetivo Geral.....	21
1.2.2 Objetivos Específicos.....	21
1.2.3 Justificativas da Pesquisa.....	22
1.3 MÉTODO DE PESQUISA.....	26
1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	28
1.5 ESTRUTURA DA TESE.....	29
2 PANORAMA E PERSPECTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR.....	31
2.1 INTRODUÇÃO HISTÓRICO DA AGRICULTURA FAMILIAR.....	31
2.2 A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL.....	33
2.3 POLÍTICAS AGRÍCOLAS COM FOCO NA AGRICULTURA FAMILIAR.....	36
2.4 O PROCESSO DECISÓRIO NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA.....	39
3 MODELOS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	45
3.1 MODELOS INTERNACIONAIS.....	45
3.2 ALGUNS MODELOS PARA O PLANEJAMENTO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS.....	48
3.2.1 Modelo Matemático do SVCSPPS.....	55
3.2.2 Algoritmo de Geração de Colunas.....	59
3.3 MODELOS E SOFTWARES DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA NO BRASIL.....	62
3.3.1 Modelo de Sugai et al.....	63
3.3.2 Estudo de Bittencourt et al.....	65
3.3.3 Estudo de Fasiaben et al.....	65
3.3.4 Modelo de Lourenzani.....	66
3.3.5 <i>Softwares</i> de Planejamento Agrícola.....	68
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS – OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS.....	70
4 FERRAMENTAS DE APOIO AO PROCESSO DECISÓRIO.....	73
4.1 ENGENHARIA ECONÔMICA.....	73
4.1.1 Conceitos e Princípios da Engenharia Econômica.....	73
4.1.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	75
4.1.3 Indicadores de Viabilidade Econômica.....	75
4.1.4 Metodologia Multiíndice de Análise de Viabilidade Econômica.....	78
4.2 SÉRIES TEMPORAIS.....	79
4.2.1 Princípios e Conceitos.....	80
4.2.2 Modelo de Suavização Exponencial.....	80
4.2.3 Metodologia de Box-Jenkins.....	82
4.2.4 Combinações de Previsões.....	83
4.3 PESQUISA OPERACIONAL.....	84
5 SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA (SPPO).....	91
5.1 INTRODUÇÃO.....	91

5.2 FASES DE ESTRUTURAÇÃO DO SPPO.....	93
5.2.1 Levantamento dos Fatores Interveniante.....	95
5.2.2 Estruturação do Banco de Dados.....	96
5.2.3 Processo de Filtragem.....	100
5.2.4 Proposição de um Modelo do Planejamento do Sequenciamento de Produção Olerícola.....	102
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	104
6 DESENVOLVIMENTO DO SPPO PARA AS UPFs.....	107
6.1 FASE 1 – LEVANTAMENTO DOS FATORES INTERVENIENTES.....	107
6.1.1 Etapa 1 da Fase 1: Análise de conteúdo.....	107
6.1.2 Etapa 2 da Fase 3: Consulta à especialistas.....	111
6.1.3 Etapa 3 da Fase 3: Entrevista com olericultores familiares.....	118
6.1.4 Escopo (abrangência) e estratégias adotadas na construção do SPPO.....	125
6.2 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	128
6.2.1 Caracterização da região Sudoeste do Paraná e do município de Pato Branco.....	129
6.2.2 Fatores agroecológicos.....	130
6.2.2.1 Caracterização do clima de Pato Branco/PR.....	130
6.2.2.2 Caracterização do solo de Pato Branco/PR.....	142
6.2.3 Fatores agrotecnológicos.....	144
6.2.4 Fatores mercadológicos: canais de distribuição.....	144
6.3 FASE 3 – PROCESSO DE FILTRAGEM.....	146
6.3.1 Preparação para o Processo de Filtragem.....	147
6.3.2 Pré-seleção de canais e hortaliças.....	148
6.3.3 Integração entre as recomendações agrotécnicas e o microclima da UPF.....	155
6.3.4 Preparação de dados para o MPSPO.....	157
6.4 FASE 4 – MODELAGEM MATEMÁTICA DO SPPO.....	158
6.4.1 Modelo de Planejamento do Sequenciamento da Produção de Olerícolas (MPSPO).....	158
6.4.1.1 Princípios e Características do MPSPO.....	160
6.4.1.2 Estimativas de Custo de Produção e Receita Líquida.....	163
6.4.1.3 Restrições de capacidade no MPSPO.....	166
6.4.1.4 Restrições eletivas do MPSPO.....	167
6.4.1.5 Função objetivo do MPSPO.....	168
7. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO SPPO – ESTUDOS DE CASO.....	170
7.1 UMA PRIMEIRA ANÁLISE DO SISTEMA PROPOSTO.....	171
7.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS SÉRIES TEMPORAIS.....	173
7.3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES.....	177
7.3.1 Resultados para o cultivo da alface na localidade em estudo.....	179
7.3.2 Resultados para o cultivo do tomate na localidade em estudo.....	181
7.4 APLICAÇÃO DO SPPO PARA O PLANEJAMENTO PARCIAL DE UMA UPF.....	183
7.5 REPLICABILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO.....	192
8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	194
8.1 CONCLUSÕES.....	194
8.2 LIMITAÇÕES ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	197
8.3 PESQUISAS FUTURAS E CONTINUIDADE AO TRABALHO APRESENTADO....	198
REFERÊNCIAS.....	200

APÊNDICES.....	214
Apêndice A – Combinação de Previsões.....	214
Apêndice B – Resultados da Análise de Conteúdo.....	216
Apêndice C – Resultados da Análise SWOT.....	222
Apêndice D – Recursos Produtivos da UPF.....	227
Apêndice E – Filtros Excluídos.....	228
Apêndice F – Filtros Redutores.....	232
Apêndice G – Integração dos Filtros: Zoneamento Agroclimático da Alface.....	236
Apêndice H – Calendário do SPPO.....	237
Apêndice I – Forma de Estimativa dos Métodos de Suavização Exponencial.....	238
Apêndice J – Versão completa do MPSPO.....	240
Apêndice K – Resultados de séries temporais para precipitação pluviométrica, evaporação e insolação.....	241
Apêndice L – Banco de Dados Agroclimáticos: Resultados de Séries Temporais e Teóricas.....	242
Apêndice M – Resultados da aplicação dos filtros redutores.....	245
Apêndice N – Fluxos de caixa e resultados complementares da viabilidade econômica dos estudos de casos.....	252

1 INTRODUÇÃO

O desempenho de qualquer empreendimento depende do planejamento e execução da atividade que se pretende explorar. Considerando a inserção no contexto socioeconômico e político, utilizam-se os recursos naturais, materiais e humanos para alcançar seus objetivos.

A atividade agrícola é caracterizada como sendo a mais antiga forma de atividade produtiva organizada da humanidade. Com a evolução do homem e das organizações, a atividade rural, que atendia às necessidades de sobrevivência, passa a operar no contexto de negócios (MARION e PROCÓPIO, 1998). Neste contexto, a propriedade rural do século XXI mantém constante intercâmbio com o ambiente, por meio de contatos com fornecedores, distribuidores, concorrentes e consumidores. Além disso, é afetada por aspectos tecnológicos, políticos, legais, ecológicos, socioeconômicos e demográficos (SEBRAE-MG, 2007).

O agronegócio deve ser entendido como a cadeia produtiva que envolve desde a fabricação de insumos, passando pela produção nos estabelecimentos agropecuários e pela transformação até o seu consumo. Essa cadeia incorpora todos os serviços de apoio: pesquisa e assistência técnica, processamento, transporte, comercialização, crédito, exportação, serviços portuários, distribuidores, bolsas de mercadorias e mercado futuro e o consumidor final. O valor agregado do complexo agroindustrial passa, obrigatoriamente, por cinco mercados: o de suprimentos, o de produção propriamente dita, o de processamento, o de distribuição e o do consumidor final (AGE/MAPA, 2010). A Figura 1 ilustra a visão sistêmica do agronegócio.

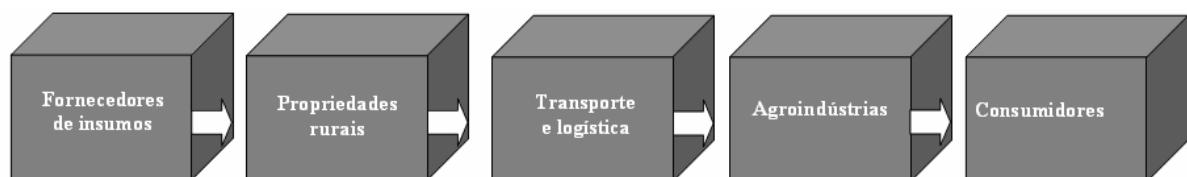


Figura 1 – Visão sistêmica do agronegócio

Fonte: Adaptado de IFPRI (2007)

Entretanto, o grande problema do agronegócio brasileiro e mundial é a lucratividade nas cadeias do agronegócio. A produção rural (dentro da porteira) brasileira continua a ter pouca importância econômica no contexto do país, embora o agronegócio seja fundamental. A Tabela 1 apresenta informações sobre as discrepâncias que existem nessas cadeias, a nível mundial. No Brasil, o setor “dentro da porteira” participou com aproximadamente 5,2% da riqueza produzida pelo Brasil em 2009 (IBGE, 2010).

Tabela 1 – Dimensões do agronegócio mundial (US\$ bilhões) e participação de cada setor (%)

SETORES	ANOS		1950		2000*		2028*	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Insumos	44	18	500	13	700	9		
Produção Agropecuária	125	32	1.115	15	1.464	10		
Processamento e Distribuição	250	50	4.000	72	8.000	81		

* estimativas

Fonte: GOLDBERG (1999)

Alguns dos principais problemas encontrados nas organizações rurais são relacionados por Martins e Salerno (1999), dentre os quais destacam-se: (i) a indução de uma visão de curto prazo, baseada em indicadores financeiros; (ii) o foco voltado para o desempenho local e interno; e (iii) a falta de relevância das informações para tomada de decisão dentro da organização. O processo de tomada de decisão do produtor rural é complexo e quase sempre marcado por múltiplos objetivos, sendo que alguns dos quais não são de natureza econômica (CEZAR *et al.*, 2000). Entretanto, independentemente do conjunto de objetivos a ser alcançado, a decisão do agropecuarista será sempre guiada pela insatisfação com a situação atual e pelas perspectivas de sua atividade como negócio (CEZAR, 2001). Isto significa que estas atividades devem ser entendidas e manejadas dentro de um enfoque sistêmico. Tal abordagem se aplica a qualquer objetivo a ser perseguido, em especial, o de maximizar lucros.

Os sistemas de produção rural são complexos e diversificados, não havendo fórmulas e nem recomendações únicas, que possam ser largamente aplicadas. Pelo contrário, cada produtor desenvolve seu sistema de produção, onde combina suas metas com as condições de ambiente e de mercado (HEMBRY, 1991). Essa combinação, em geral, é empírica. Assim, parece razoável a proposição de um sistema que modele esses fatores e reduza esta complexidade. Entretanto, segundo Queiroz (2004), a construção de um sistema adequado à agricultura familiar¹ (AF) deve ser, simples, compreensível e com um nível de eficiência satisfatório.

Um sistema pode ser definido como qualquer conjunto natural constituído de partes e elementos interdependentes (HOUAISS, 2007). Mais especificamente neste trabalho, sistema é um conjunto de elementos interconectados, de modo a formar um todo organizado. Em outras palavras, a união de partes que produz um resultado que as partes individuais não conseguem alcançar.

¹ Neste trabalho, utiliza-se da metodologia adotada para classificar a agricultura familiar, segundo a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Esta lei forneceu o marco legal da agricultura familiar, permitindo a sua inserção nas estatísticas oficiais (IBGE, 2009).

No setor agrícola encontram-se com frequência todos os tipos de trabalho humano: o primário sobre a terra e seus produtos, o secundário na fabricação e reparo de ferramentas e o terciário, de gestão e contabilidade (WISNER, 1987). O trabalho na agricultura é de natureza complexa onde os atores sociais (todas as pessoas ligadas ao sistema de produção) lidam com múltiplas atividades e com fatores ambientais, na maioria dos casos, adversos.

O desenvolvimento de novas tecnologias oriundas da tecnologia de informação, biotecnologia, mudanças no perfil do consumidor e ampliação da concorrência, aliados à complexidade e dinamismo dos mercados atuais, afetam a gestão rural e suas decisões estratégicas, forçando o remodelamento das rotinas e a resolução de problemas até então tidos mesmo como insolúveis, principalmente pelos AFs (MARION e SEGATTI, 2006).

É importante destacar que o setor rural tem características próprias e depende de diversos fatores, tais como clima e pragas, que muitas vezes, não podem ser controlados pelo produtor rural, mas este deve estar ciente destes (SOUZA *et al.*, 1988; HOFFMANN *et al.*, 1992; SEBRAE-MG, 2007 e ARAÚJO, 2007). De acordo com Queiroz (2004) apesar de limitantes esses fatores não devem ser encarados como impeditivos para a implementação de sistemas de controle gerencial. Essas particularidades devem ser consideradas na proposição de um sistema de planejamento da produção rural nas unidades de produção familiar (UPF).

No Brasil, o processo de modernização da agricultura aumentou as diferenças existentes entre os estabelecimentos agropecuários, observando-se níveis muito desiguais de renda (FASIABEN *et al.*, 2003). Para Melo e Parré (2007), o Brasil vive, há décadas, diante de uma questão polêmica e pouco resolvida para a sociedade: a questão agrária. A noção de desenvolvimento aplicada a um corte territorial (rural-urbano) pode ser controversa, mas pode-se dizer que há um consenso a respeito da ideia de que o desenvolvimento rural não deve ser exclusivamente econômico, pautado apenas no desempenho agropecuário, mas precisa incluir também aspectos sociais e ambientais. Diante disso, discute-se o nível de desenvolvimento alcançado pelo setor rural, inserido em um modelo teórico que previa que o desenvolvimento agrícola teria como consequência o desenvolvimento rural. As proposições do modelo adotado, apesar de terem elevado a produção agrícola, não resolveram o problema da pobreza rural e nem criaram um padrão de vida rural que atendesse às necessidades dos que vivem no campo.

Além disso, no processo de tomada de decisão é importante ter disponíveis dados, informações e conhecimentos, mas esses normalmente estão dispersos, fragmentados e por vezes, armazenados na cabeça dos indivíduos e sofrem interferência de seus modelos mentais. O grande desafio dos tomadores de decisão é o de transformar dados em informação e

informação em conhecimento, minimizando as interferências individuais nesse processo de transformação (ANGELONI, 2003). Por outro lado, segundo o MAPA (2002), a velocidade de geração de tecnologia é maior do que a de geração de informação para dar suporte a utilização na agricultura. Em geral, esse conhecimento tem maior dificuldade de acessibilidade pelos produtores de menor porte (AF, por exemplo).

Dada a complexidade das variáveis intervenientes, destaca-se a dificuldade, por parte dos produtores, na busca dessas informações essenciais, tendo em vista que estas não estão centralizadas e, em geral, há desconhecimento por parte, principalmente, dos AFs de existência de algumas variáveis importantes. Neste cenário, a tomada de decisão precisa ser planejada. Para um planejamento efetivo, é importante avaliar todas as informações que diz respeito ao setor rural. Como uma decisão equivocada pode excluir o produtor da atividade é preciso levar em consideração todas as variáveis significativas que interferem e realizar uma ponderação destas, concorrendo para decisões mais acuradas. É diante deste contexto, que este trabalho propõe um sistema para o planejamento da produção de hortaliças nas Unidades de Produção Familiar (UPFs).

1.1 O TEMA E SUA RELEVÂNCIA

O agronegócio é o segmento econômico de maior valor em termos mundiais, e sua importância relativa varia de país para país (ARAÚJO, 2007). No Brasil, o Produto Interno Bruto (PIB), em 2009, foi de R\$ 3,14 trilhões, enquanto que o setor do agronegócio ficou em R\$ 718,39 bilhões (22,9% do PIB), indicando a grande representatividade desse setor na economia nacional (IBGE, 2010 e USP/CNA, 2010). Por outro lado, o agronegócio de hortaliças – o cultivo de hortaliças é chamado de olericultura – no Brasil, embora tenha participação menos significativa em relação a outros *commodities*, como soja e carne bovina, por exemplo, participa com o valor da produção de R\$ 10 bilhões (aproximadamente 2% do PIB do agronegócio), com uma área plantada de 780 mil hectares, com produção de 17,5 milhões de toneladas de alimentos, resultando em 4 milhões de empregos diretos (EMATER/DF, 2010).

Atualmente o quinto maior produtor mundial de grãos é o Brasil, com uma produção recorde estimada em 149,0 milhões de toneladas para a safra 2009/10 (CONAB, 2010). No período de 2000 a 2009, as exportações de produtos do agronegócio brasileiro saltaram de US\$ 20,6 bilhões para US\$ 67,7 bilhões, um crescimento de 214,1%. Para 2010, a estimativa é de US\$ 73,0 bilhões (MAPA, 2010). Além disso, a agropecuária é responsável pela geração de 36% dos empregos e por 42% das exportações totais do país. Outros indicadores relevantes

para o agronegócio no Brasil referem-se ao menor custo para cada emprego gerado e à absorção de 45% dos gastos familiares. O agronegócio emprega 52% da População Economicamente Ativa (PEA), cerca de 36 milhões de pessoas (BACEN, 2007; OCEPAR, 2008; CNA, 2010 e AGROLINK, 2010).

No Brasil, a AF responde no Brasil por sete de cada dez ocupações no campo e por 40% da produção agrícola. Atualmente, aproximadamente 35% dos alimentos que compõem a cesta alimentar distribuída pela CONAB originam-se da AF. Por outro lado, cerca de 70% dos alimentos que abastecem a mesa dos brasileiros provém da AF (CONAB, 2010).

Para Osaki (2008) o produtor que não quer ter perdas de rentabilidade tem que planejar e realizar diversos planos estratégicos. Além disso, conhecer os custos de produção, pois o aumento destes custos implica na redução da margem de lucro. Por exemplo, o AF não consegue ganhar pela quantidade (economia de escala), contudo, melhores resultados podem ser advindos pela qualidade e diversidade da produção. Desta forma, é preciso a concepção de produtos diferenciados e principalmente com maior valor agregado, pois, diversificação aumenta a possibilidade de incremento de renda (PERONDI, 2007).

De acordo com Abramovay (2008), a informação é a principal ferramenta para que a AF avance, atinja o grau de uma microempresa rural e, assim, sobreviva ao mercado. Segundo este autor, o agricultor deve se basear, principalmente, no conhecimento e, desta forma, terá condições de compreender a importância fundamental da diversificação da sua produção como fator capaz de gerar renda. Neste contexto, não se aceita a pequena propriedade baseada na produção de *commodities*. Abramovay (2008) afirma ainda que a AF também só irá adotar os conceitos de sustentabilidade e de agroecologia se a questão for tratada com foco no mercado. “Se a extensão rural ficar na questão ideológica destes conceitos, os produtores não irão acatá-las”.

A falta ou excesso de informações são fatores que interferem no momento da tomada de decisão, pois, em ambas as situações não se dispõem de mecanismos que possam ser utilizados como suporte ao processo decisório. Esta realidade é mais acentuada para a AF que recebe muitas informações e tem grandes dificuldades em transformá-las em subsídios de planejamento de suas atividades. Assim, para o setor agropecuário, torna-se evidente a importância da proposição de sistemas para essa finalidade.

Posto isto, o tema desta tese de doutorado é a elaboração de uma estrutura de gerenciamento de decisão sobre a programação da produção agrícola. Mais especificamente, pretende-se elaborar um sistema para auxiliar o planejamento da produção na propriedade rural a partir da abordagem qualitativa e quantitativa, voltado para a AF praticante da

olericultura. A contribuição original deste trabalho reside na proposição de um sistema, denominado SPPO – Sistema de Planejamento da Produção Olerícola – o qual representa uma forma de planejamento da produção de hortaliças para a AF.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desta tese é desenvolver um sistema para auxiliar o processo de tomada de decisão sobre a produção de olerícolas nas propriedades familiares. Mais especificamente, pretende propor um sistema, o SPPO – Sistema de Planejamento da Produção Olerícola, buscando servir de subsídios para responder aos seguintes questionamentos: Para quem produzir? O que produzir? Como produzir? Quanto produzir? Quando produzir? Entretanto, para o desenvolvimento do SPPO, foi necessário eleger um município para servir como base de referência. A escolha recaiu sobre o município de Pato Branco, localizado na região Sudoeste do estado do Paraná, um reduto de AFs.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta tese resumem-se a identificar quais as combinações de olerícolas são implementáveis na UPF, de acordo com a localidade, as concepções do olericultor, as características da UPF, do sistema de produção, do clima, do solo e dos canais de distribuição que serão utilizados para escoamento da produção. Mais detalhadamente, pretende-se: (i) identificar e organizar os principais fatores e variáveis intervenientes sobre o processo de tomada na produção olerícola, referentes à escolha do(s) produto(s), o quanto produzir de cada produto, quando produzir este(s) produto(s) e para quem produzir (canais de distribuição); (ii) determinar uma técnica de séries temporais adequada para gerar previsões sobre as variáveis agroclimáticas, de acordo com o escopo do trabalho; (iii) elaborar uma sistemática que estruture o processo de filtragem com objetivo de eleger canais de distribuição da produção e escolha das hortaliças que são adequadas para produção na UPF em estudo, de acordo com as condições ambientais da localidade, recursos produtivos disponíveis e as preferências do olericultor; (iv) propor um modelo de programação matemática via pesquisa operacional que seja adequado para escolher a combinação de hortaliças que melhor atende as necessidades e disponibilidades da UPF em estudo, tomando como base os disponíveis na literatura; e (v) propor uma metodologia multiíndice formada por indicadores de risco e

retorno, adequada para avaliar a viabilidade econômica da produção recomendada para cada UPF em estudo, tomando como base os disponíveis na literatura.

1.2.3 Justificativas da Pesquisa

Para Lima e Wilkinson (2002), a AF cria oportunidades de trabalho local, reduz o êxodo rural, diversifica os sistemas de produção, possibilita uma atividade econômica em maior harmonia com o meio ambiente e contribui para o desenvolvimento dos municípios de pequeno e médio porte. De acordo com o censo demográfico 2010, 94,9% dos municípios brasileiros tem menos de 100 mil habitantes (IBGE, 2010). Segundo Nunes (2010) ocorreu uma redução na taxa de êxodo rural nas pequenas e médias cidades brasileiras. Hoje, essas cidades têm 30,9% da população na área rural, percentual acima da média nacional, que é de 15,7%. Conforme dados do IBGE (2010), a maioria dos municípios do Sudoeste do Paraná, mesorregião em que se localiza o município de Pato Branco, encontram-se nesta situação.

A AF desempenha um papel socioeconômico expressivo na economia brasileira. No entanto, os AFs são carentes em termos de ferramentas gerenciais de auxílio à tomada de decisões apropriadas e capazes de reduzir o grau de incerteza, a exemplo do que ocorre com as micro e pequenas empresas dos setores industriais e de serviços (BATALHA e DEMORI, 1990; QUEIROZ, 2004). O desenvolvimento de sistemas de tomada de decisão no agronegócio corresponde à nova área de pesquisa no Brasil com pouco conhecimento técnico e baixa infraestrutura (MAPA, 2002). Na realidade, a literatura nacional relativa ao planejamento dos empreendimentos rurais ainda é muito reduzida, principalmente aquela direcionada especificamente à AF. Neste sentido, a tomada de decisão da AF tem sido um tema frequente de pesquisa nos últimos anos (VILCKAS, 2004; QUEIROZ, 2004; LOURENZANI, 2005; SOUZA FILHO e BATALHA, 2005; ZUIN e QUEIROZ, 2006, BATALHA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2010 e COSTA *et al.*, 2010), vêm apresentando importantes desenvolvimentos teóricos e/ou computacionais sobre esse tema como será demonstrado no referencial teórico desta tese.

A viabilidade da AF depende não somente de condicionantes externos – como, por exemplo, as políticas de crédito e de assistência técnica –, mas também de sua capacidade de gestão, a qual, muitas vezes, é comprometida pela complexidade e particularidades inerentes à própria AF, tais como: falta de planejamento da atividade, falta de controle da produção, baixa escala de produção (redução do poder de barganha) e falta de conhecimento do mercado (demanda do consumidor) (LIMA e TOLEDO, 2004).

Com relação ao gerenciamento dos sistemas produtivos rurais, insuficientes são os esforços dedicados a outras ferramentas de gestão – definição do produto e do processo de produção, análise do mercado alvo, planejamento e controle da produção – que não aquelas ligadas aos aspectos econômicos: contabilidade, finanças e custos. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de uma ferramenta que integre outras técnicas de gestão, a fim de auxiliar o analista a tomar decisões não somente sob o aspecto econômico, mas também por meio de noções estratégicas, tecnológicas e comerciais (NANTES e SCARPELLI, 2001). A maioria dos AFs, normalmente não têm possibilidade financeira de contratar um profissional administrativo; faz-se necessário, portanto, a elaboração de um sistema de fácil aplicação e manuseio, além de ser flexível para se calcular o custeio de qualquer produto explorado na propriedade (SOUZA FILHO e BATALHA, 2005).

De acordo com Meira *et al.* (1996), para obter o modelo de gerência de um determinado sistema de produção, é necessário identificar as atividades que compreendem o sistema e as práticas gerenciais que são adotadas. Além disso, utilizando um sistema estruturado que o auxilie a decidir para quais produtos ele apresenta maior habilidade de produzir, de acordo com seus recursos e com as condições do ambiente externo, o produtor terá maiores chances de atender às exigências feitas pelo mercado, tanto em relação à qualidade do produto, quanto aos processos de produção (VILCKAS, 2004).

O reconhecimento da heterogeneidade produtiva na AF reforça a importância de pesquisas empíricas sobre as formas de ação local dos AFs na construção social dos processos produtivos e no estabelecimento de relações sociais e institucionais (formais e informais) por meio das quais se realiza a integração aos circuitos locais, regionais, nacionais ou internacionais de aquisição de insumos e comercialização e distribuição da produção (PINTO, 2005). Em muitos casos, não se trata do desenvolvimento de novas ferramentas, mas de contribuir para a adequação das ferramentas às características culturais, regionais, socioeconômicas e educacionais dos AFs (QUEIROZ, 2004).

A composição de métodos estatísticos, técnicas da engenharia econômica, pesquisa operacional, informática e administração da produção rural pode evidenciar a complexidade do sistema produtivo agropecuário e filtrar as informações relevantes à tomada de decisão no âmbito da produção rural. A combinação de técnicas dessas áreas do conhecimento pode culminar em um método sistêmico de apoio à tomada de decisão em um processo de planejamento das atividades olerícolas na UPF. Para isso, é necessário considerar as metas do produtor com as condições de ambiente e de mercado.

No estado do Paraná, segundo o IPARDES (2008), do total de ocupados em 2006, que somava 5,4 milhões de pessoas, 20% estavam empregados na agropecuária. Quase 80% desses trabalhadores é constituída de AFs. Neste estudo, de um total de 31 ocupações agrícolas, o IPARDES (2008) destaca o conjunto de oito atividades, selecionadas em relação ao número total de pessoas ocupadas no Paraná: a criação de bovinos (18,2%) e aves (6,8%), as lavouras de soja (7,7%), milho (6,7%), fumo (6,1%), café (3,7%), cana-de-açúcar (1,3%) e hortaliças (21,2%). Assim, percebe-se que o setor de hortaliças é o que possui maior ocupação de pessoas na agricultura paranaense. Por outro lado, cerca de 40% da produção olerícola ocorre na região metropolitana da capital Curitiba (ROCHER, 2008). Além disso, o último levantamento que calculou o Valor Bruto da Produção (VBP) verificou mudanças ocorridas no campo. A produção de hortaliças e especiarias, que praticamente inexistia há 11 anos agora representa 5% do total do VBP (IBGE/CONAB, 2008).

Dentro dos diversos sistemas de produção praticados pela AF, a produção de hortaliças é uma das mais lucrativas (VILELA e HENZ, 2000). A olericultura é uma opção estratégica interessante, sob o ponto de vista socioeconômico e ambiental, para pequenas propriedades, preferencialmente de cunho familiar e com atividades diversificadas (MELO, 2009). Neste contexto, mesmo considerando-se os fatores pouco controláveis, é certo que dificilmente haverá outra atividade agrícola capaz de propiciar rentabilidade econômica, por hectare e por ano, tão favorável quanto a olericultura. É por essa razão que, se observam olericultores trabalhando em poucos hectares e desfrutando de um padrão de vida mais elevado em relação a outros produtores, que exploram área maior. Tais considerações referem-se à exploração no campo, ressaltando-se que, cultivando em casa de vegetação, o olericultor pode obter uma rentabilidade maior, e em áreas menores.

A produção de hortaliças é uma atividade agroeconômica dinâmica (constante atualização de cultivares, por exemplo) e complexa (diversidades de culturas com características e peculiaridades acentuadas, por exemplo). Neste sentido, a olericultura requer cuidadoso planejamento para que possa ser bem-sucedida. De acordo com Maluf *et al.* (2010) as hortas comerciais diversificadas constituem importantes componentes da AF, contribuindo para o aumento da renda, maior segurança alimentar e melhoria da qualidade da alimentação. Estes olericultores agregam grande número de espécies, com áreas reduzidas para cada espécie, o que resulta em problemas específicos cuja solução é com frequência mais complexa do que em produções especializadas de maior porte.

Segundo Filgueira (2008), é perfeitamente viável a produção contínua de hortaliças ao longo do ano e em uma mesma localidade, pela adequada escolha das espécies e, dentro delas,

pela criteriosa escolha das cultivares (e as opções vêm aumentando, a cada ano). Naturalmente devem ser escolhidas, também, as épocas de plantio mais propícias. No SPPO, a época de plantio recomendado ocorre em função das características e peculiaridades encontrada na localidade e as exigências ambientais de cada espécie que são preconizadas pela literatura, instituições de pesquisa (EMBRAPA, por exemplo) e informações agrotécnicas oriundas de catálogos das empresas produtoras de sementes de olerícolas.

Para Amaro *et al.* (2007), conhecimento técnico, dedicação e planejamento são características complementares para o olericultor que se pretende estabelecer e permanecer no competitivo mercado das hortaliças. Além disso, segundo Filgueira (2008), somente os produtores com verdadeiro espírito empresarial, independente do porte, permanecerão neste agronegócio. Em suma, os olericultores menos atentos aos novos tempos, ou menos capazes, serão alijados. Acredita-se que os AFs representam este grupo. Desta forma, o SPPO busca reduzir esta tendência ao propor uma ferramenta de apoio a tomada de decisão e ao planejamento da produção adequada à realidade de cada UPF em estudo.

O agronegócio olericultura é reconhecido como relevante no cômputo da agricultura brasileira. A área cultivada das hortaliças no Brasil é de 771,4 mil hectares. A produção anual brasileira de hortaliças é de 17,5 milhões de toneladas, movimentando no mercado acima de 11,5 bilhões de reais no ano de 2006 (MELO, 2009). Nas regiões Sudeste e Sul concentram-se 75% do volume de produção no Brasil. A produção de hortaliças no Paraná na safra 2006, foi de 2,4 milhões toneladas com área total de plantio de 104,6 mil hectares envolvendo 123,7 mil produtores (NASCIMENTO, 2008). De acordo com Melo (2009), a produção olerícola é uma atividade agroeconômica de grande alcance socioeconômico. Estima-se que são gerados de 3 a 6 empregos diretos por ha e igual número de empregos indiretos (soja e milho: 0,36/ha e algodão: 0,40/ha). Por esta estimativa, de 8 a 10 milhões de pessoas dependem do agronegócio brasileiro de hortaliças.

Segundo Melo (2009), a característica mais marcante da exploração olerícola que a diferencia de outros setores do agronegócio, advém do fato das hortaliças constituírem um grupo de plantas com mais de uma centena de espécies, cada uma com diferentes variedades. Além disso, aproximadamente de 60% da produção olerícola está concentrada em UPFs com menos de 10 ha. Geralmente, o cultivo de hortaliças é conduzido próximo aos grandes centros consumidores, em pequenas áreas no entorno de grandes cidades, oferecendo oportunidade de emprego, por ser uma atividade que demanda muita mão de obra.

Entretanto, a literatura reporta que, em geral, os olericultores familiares não possuem uma metodologia estruturada de tomada de decisão, não sendo considerados todos os fatores

que influenciam na decisão sobre o que produzir (VILCKAS, 2004). Estas informações reforçam a importância de um planejamento mais detalhado da produção olerícola nas UPFs. Por outro lado, um dos grandes gargalos da cadeia produtiva de hortaliças está nas perdas pós-colheita. Dados da EMBRAPA revelam que no Brasil os níveis médios de perdas atingem 35% a 40%, enquanto, por exemplo, nos Estados Unidos, não passam de 10% (MELO, 2009). Neste contexto, entende-se que a produção regional pode contribuir para a redução das perdas no transporte, além de possibilitar menores preços, geração de renda local e melhor qualidade de vida – por consumir produtos mais frescos, por exemplo.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho propõe a utilização das abordagens qualitativa e quantitativa para identificar e descrever os principais fatores associados ao processo de tomada de decisão da produção olerícola. Assim, trata-se de uma pesquisa: (a) aplicada, quanto à natureza, pois objetiva gerar conhecimento para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos – planejamento da produção olerícola nas UPFs; (b) qualitativa e quantitativa, quanto à abordagem; e (c) descritiva, quanto ao objetivo (LIMA, 2004 e MIGUEL *et al.*, 2009). Do ponto de vista dos procedimentos, a pesquisa desenvolvida utiliza para a produção rural de conhecimentos das áreas de engenharia econômica, estatística e pesquisa operacional.

O método de pesquisa que melhor representa as características de uma pesquisa quantitativa é a *survey* (LIMA, 2004). Neste trabalho será utilizado o método de pesquisa *survey* exploratória, pois a investigação se compromete a identificar o espectro de variáveis que interferem em um determinado fenômeno. No contexto deste trabalho, identificar os fatores e variáveis que interferem no processo decisório sobre o planejamento da produção olerícola nas UPFs. Além disso, será combinado os recursos metodológicos dos métodos quantitativos e qualitativos. Esse procedimento é denominado de triangulação (LIMA, 2004). A justificativa para tal procedimento é a consideração da complexidade e heterogeneidade da AF, dificultando o entendimento de suas estratégias somente pela utilização de questionários e/ou de formulários. Especificamente, a abordagem qualitativa será utilizada no levantamento dos fatores intervenientes (entrevistas individuais) e nos estudos de caso, os quais, segundo Lima (2004), viabiliza uma imersão integral, profunda e minuciosa do pesquisador sobre a realidade social investigada.

A pesquisa quantitativa fornecerá dados numéricos como, por exemplo, na coleta de dados sobre solos (análises química e física), água, clima, índices agrotécnicos das culturas, produção estimada, demanda e preços esperados. Entretanto, a pesquisa quantitativa não

mostra, por exemplo, as estratégias de produção adotadas pelo olericultor. Neste contexto, a abordagem qualitativa será fundamental para identificar e descrever os fatores que interferem no processo de decisão, bem como evidenciar relações entre os fatores intervenientes. Para tanto, os fatores e variáveis utilizados no SPPO são definidos a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 2006) seguida de entrevistas individuais (RIBEIRO e MILAN, 2007) com especialistas e olericultores. Os especialistas e olericultores familiares ajudarão a definir quais fatores e variáveis devem ser considerados no processo de filtragem e na fase de modelagem matemática.

Além disso, a abordagem qualitativa na pesquisa de campo com olericultores familiares, fornecedores de insumos, canais de distribuição da produção olerícola e especialistas, favorecem a obtenção de informações mais subjetivas e que podem ser fundamentais na elaboração do sistema. Ressalta-se que as abordagens qualitativa e quantitativa serão utilizadas conjuntamente.

Para atingir o objetivo proposto por este trabalho será necessária a transposição de algumas etapas. A primeira etapa consistirá no levantamento do referencial teórico sobre o tema da tese, que envolve: (i) agronegócio, mais especificamente o setor agropecuário (dentro da porteira da AF); (ii) modelos de planejamento da produção agrícola (internacional e nacional); (iii) métodos de engenharia econômica; (iv) técnicas de séries temporais; e (v) pesquisa operacional (programação matemática). Para isso, pretende-se proceder uma revisão atualizada sobre a tomada de decisão no âmbito da produção rural desenvolvida pela AF. Os fatores que são importantes para a tomada de decisão serão advindos da pesquisa na literatura pertinente – livros, artigos em periódicos e congresso nacionais e internacionais, sites especializados – bem como pesquisa de campo que se faz necessária para entender as estratégias da produção olerícola adotadas nas UPFs.

Ainda como parte do referencial teórico, será abordado a identificação e análise dos principais modelos (teóricos e computacionais) de suporte a tomada de decisões ligadas à produção agrícola disponíveis na literatura. Como um segundo passo desta etapa, realiza-se um levantamento dos principais fatores (internos e externos a propriedade rural) que afetam a tomada de decisão dos produtores rurais ligados à AF e verificação de sua presença nos modelos encontrados na etapa anterior.

A pesquisa documental e de campo identifica os produtores olerícolas da localidade, destacando os seus principais sistemas de produção. Além disso, para estes produtores, busca-se levantar seus pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças (análise SWOT). Nesta etapa,

também será realizada uma pesquisa para identificar os principais canais de comercialização da produção hortícola, bem como suas exigências (quantidades, qualidade e frequência).

A próxima etapa recai sobre a utilização de técnicas de séries temporais para analisar o microclima de cada localidade em estudo. De acordo com Werner (2005), a utilização de uma única técnica para determinar as previsões pode não ser suficiente para incorporar todo o conhecimento associado ao ambiente de previsão. Neste sentido, serão comparadas técnicas de previsão: médias do histórico disponível, Suavização Exponencial e Modelos SARIMA (Metodologia Box e Jenkins), além de previsão de combinação das duas técnicas mais acuradas (WERNER, 2005 e LIMA e COSTA, 2007).

Uma etapa importante deste trabalho é a utilização da Pesquisa Operacional (Programação Matemática) para determinar a combinação de culturas recomendada para cada UPF em análise. O objetivo desta etapa do sistema é indicar o melhor arranjo produtivo para a UPF em análise, respeitando suas particularidades. É importante destacar que essas particularidades, que são informações repassadas ao sistema, formam parte do banco de dados que ajudam na designação de culturas para a propriedade em estudo.

Na etapa de identificação das principais olerícolas, pretende-se destacar as espécies de maior importância agroeconômica (FILGUEIRA, 2008). Para as culturas identificadas na etapa anterior realiza-se a análise da viabilidade econômico destas. Nesta etapa será utilizada uma adaptação da metodologia multiíndice proposta por Souza e Clemente (2008) a qual consiste em gerar um conjunto de indicadores de retorno e risco para avaliar a viabilidade de projetos. Posteriormente, será realizada uma análise de sensibilidade nos resultados básicos encontrados. Desta forma, são respondidas as questões: (1) Viável ou não viável? (2) Ganho e risco financeiro de cada cultura e da combinação de hortaliças recomendadas? (3) Qual a segurança desse resultado? e (4) Qual o grau de incerteza?

Como etapa final, por meio de estudos de caso, realizam-se simulações para mostrar a viabilidade do sistema teórico proposto; identifica-se o grau de aderência à realidade dos AFs, incorporando ao sistema o necessário ajuste para contemplar uma futura utilização amigável. As fases descritas no sistema serão realizadas por meio de pacotes computacionais disponíveis no mercado (*softwares* estatísticos, planilhas eletrônicas de cálculo e *softwares* de pesquisa operacional, por exemplo).

1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Essa tese limita-se a propor um sistema para auxiliar o processo de tomada de decisão da produção olerícola por meio da combinação de métodos quantitativos de várias áreas de

conhecimento. Mais especificamente, o sistema será concebido para avaliar o setor denominado pela literatura como “dentro da porteira”, atuando no planejamento das atividades olerícolas desenvolvidas nas UPFs. Porém, devem ser consideradas informações dos setores “antes da porteira” e “depois da porteira”.

É importante ressaltar que esta tese, na previsão dos valores das variáveis agroclimáticas (temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, por exemplo) se limitará a utilizar técnicas de previsão clássicas ou combinações destas, não considerando previsões bayesianas.

Segundo Arenales *et al.* (2007), há uma tendência recente na literatura que consiste no tratamento simultâneo do planejamento e da programação da produção em cada período do horizonte de planejamento. Entretanto, o sistema proposto não pretende atuar de forma direta sobre o nível operacional (como produzir), por entender que esta questão é suficientemente respondida pela área agrônômica e/ou pela experiência do olericultor. Desta forma, o sistema pretende atuar no nível tático do problema de planejamento da produção de hortaliças nas UPFs. Além disso, acredita-se que o olericultor, com utilização de seus conhecimentos e auxílio de profissionais de agronomia, pode determinar o melhor local de cultivo. Assim, o sistema proposto não indicará o melhor local de cultivo. Entretanto, os dados da área destinada à olericultura servirão como parte dos elementos que formarão o banco de dados do sistema para a escolha do que cultivar.

Uma das limitações da utilização de sistemas é que estes são representações aproximadas da realidade, não sendo possível considerar todo o universo de variáveis e relacionamentos possíveis (interrelações). No caso deste trabalho, esta limitação é justificada pelo fato de que é justamente esta simplificação que torna esse sistema aplicável às UPFs.

Não é escopo desta tese a transformação do sistema proposto (SPPO) em uma ferramenta computacional (*software* SPPO). Entretanto, o SPPO será proposto de forma a facilitar sua posterior efetivação como aplicativo computacional.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

Para uma melhor compreensão do estudo, a tese será subdividida em 8 capítulos. O capítulo 1 caracteriza de forma rápida o agronegócio brasileiro, com destaque para a AF e a olericultura, sua importância e seus principais desafios ligados a tomada de decisão. Apresenta o tema do trabalho e sua relevância, estabelece os objetivos do estudo, descreve o método de pesquisa e apresenta as delimitações e estrutura da tese.

O capítulo 2 apresenta a primeira parte do referencial teórico utilizado para desenvolver a tese. Neste capítulo, apresenta-se um panorama histórico e apontam-se algumas perspectivas para a AF brasileira. Para atingir este objetivo, descrevem-se as principais dificuldades encontradas por este setor, a partir da segunda metade do século XX e destaca-se a sua importância, enquanto gerador de trabalho, renda e produção de alimentos, além de caracterizar seus pontos fracos e ameaças. Na sequência, pontuam-se as necessidades e oportunidades que se apresentam para este setor.

No capítulo 3 são analisados os principais modelos (teóricos e/ou computacionais; internacionais e brasileiro) de planejamento da produção agrícola com destaques para os trabalhos relacionados ao planejamento da produção olerícola. São destacando os fatores intervenientes na tomada de decisão que são apresentados e quais efetivamente foram considerados em cada trabalho descritos como relevante para a discussão do tema e para a proposição do sistema. Por fim, discute-se as oportunidades de pesquisas que se apresentam a luz da literatura consultada.

No capítulo 4 apresentam-se as ferramentas da engenharia de produção que serão consideradas para a proposição do sistema. Neste sentido, são revistos princípios, conceitos e métodos da engenharia econômica, tais como: Metodologia Multiíndice; Taxa de Mínima Atratividade (TMA); e Análise gráfica: espectro de validade da decisão. Além disso, neste capítulo, são retomados pontos importantes dos métodos estatísticos de previsão por séries temporais: Suavização exponencial, Modelos SARIMA e combinação de métodos de previsão. Por fim, neste capítulo é realizada uma revisão da otimização via pesquisa operacional (programação matemática).

O capítulo 5 apresenta e descreve o sistema proposto, com destaque aos fatores considerados em sua estruturação; suas fases e respectivas etapas; forma de operação e de análise.

No capítulo 6, é desenvolvida de forma teórica, cada fase e etapa proposta para o SPPO e que foram postas no capítulo 5.

Já no capítulo 7, é implementado o sistema proposto, por meio de estudos de caso, destacando os resultados observados e análises das tomadas de decisões que podem decorrem dos cenários simulados.

O capítulo 8 apresenta as considerações finais da tese, com destaque para as conclusões e sugestões para pesquisas futuras.

2 PANORAMA E PERSPECTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR

Neste capítulo apresenta-se uma breve descrição histórica e apontam-se algumas perspectivas para a agricultura familiar brasileira. O objetivo é realizar uma introdução histórica sobre a agricultura familiar brasileira, desde a década de 50 até os dias atuais. Para atingir este objetivo, descrevem-se as principais dificuldades encontradas por este setor, a partir da segunda metade do século XX; destaca-se a sua importância, enquanto gerador de trabalho, renda e produção de alimentos; além de caracterizar pontos fracos, ameaças, necessidades e oportunidades que se apresentam.

2.1 INTRODUÇÃO HISTÓRICA DA AGRICULTURA FAMILIAR

Por volta da década de 1950, no período marcado pela chamada “Revolução verde” houve profundas alterações no meio rural brasileiro, especialmente a transição dos complexos rurais aos complexos agroindustriais. Se, por um lado, o modelo contribuiu para o aumento da produção e produtividade agrícola, de outro, como resultado, mais de 28 milhões de pessoas deixaram o campo em direção às cidades entre 1960 e 1980 (PINTO, 2005).

Iniciada no Brasil na década de 1960, a modernização da agricultura foi marcada pela adoção de insumos mecânicos, químicos e biológicos, estimulada por incentivos governamentais e internacionais (MEIRA *et al.*, 1996). No período compreendido entre as décadas de 1960 e 1970 foi adotado o modelo de desenvolvimento que privilegiou um grupo de produtores detentores de médias e grandes empresas rurais (PINTO, 2005).

Guedes Pinto (1981) resume os principais resultados da política agrícola nos anos 70, destacando que os recursos foram mal distribuídos entre os tipos/tamanhos de produtores, produtos (alimentos básicos e exportação) e regiões (mais atrasadas e mais desenvolvidas). A maior parte dos recursos era apropriada pelos grandes produtores de produtos de exportação, localizados nas regiões mais desenvolvidas do país. Os que mais necessitariam do apoio da política pública foram praticamente excluídos dos elevados benefícios e transferências concedidas pelo crédito rural.

Entretanto, Kageyama (1986) retoma a questão da distribuição do crédito entre produtos, produtores e regiões e aponta para mudanças significativas em relação aos resultados de Guedes Pinto. Segundo esta autora, ocorreu um processo de desconcentração de crédito rural em dois sentidos: regionalmente e entre grupos de produtores.

Por outro lado, Sayad (1982) e Rezende (1985) chamam atenção para os efeitos do crédito rural subsidiado sobre a concentração fundiária e sobre a valorização do ativo terra. O acesso a essa fonte de recursos para o custeio e investimento, lastreada na propriedade da terra, liberava os recursos próprios dos produtores para a aquisição de patrimônio em terras e imóveis urbanos, aumentando a capacidade de endividamento.

Homem de Melo (1983 e 1985) destaca os efeitos negativos do crédito (e dos demais instrumentos) sobre o ritmo de crescimento da produção de alimentos. Nos anos 70, o crescimento da produção de alimentos perdeu fôlego e espaço para cultivos de exportação e para a pecuária, colocando em risco o abastecimento doméstico e a própria viabilidade da política econômica (via elevação dos preços ou aumento das importações de alimentos).

Para Marchi *et al.* (2007), a agricultura brasileira se ressentia ainda dos impactos produzidos pelo processo de modernização ocorrido nas décadas de 70 e 80. Entre estes impactos estão os de ordem social, em que a exclusão do pequeno agricultor foi intensa, dentro da lógica de produção em alta escala e, sob a dominação do grande mercado, pouco espaço foi reservado para a agricultura familiar (AF).

Segundo Pinto (2005), a extensão rural adotada no Brasil baseou-se concretamente nos moldes americanos. Por trás do discurso empregado, marcado acentuadamente pelos aspectos sociais e produtivos, na verdade, tratava-se da expansão do capitalismo no campo, sem a preocupação de incorporar as características da realidade brasileira. Embora tenha obtido sucessos, como o aumento da produção e da produtividade de determinadas culturas e regiões, colaborou para as desigualdades sociais e econômicas existentes naquela época.

Além disso, em função de uma série de processos sociais, a pesquisa agrícola oficial tende a servir às necessidades dos agricultores que dispõem de mais recursos e que são capazes de orientar o desenvolvimento tecnológico a seu favor (RÖLING, 1988).

Por outro lado, os cursos de graduação nas ciências agrárias privilegiaram a formação de profissionais voltados à assessoria de grandes explorações agropecuárias, vinculadas ao chamado “pacote da revolução verde”. No entanto, a agricultura familiar, normalmente com áreas menores (dispõe de mão de obra e não de capital), necessitaria de outra articulação dos seus fatores de produção para ter algum retorno econômico (PINTO, 2005).

A informática é um importante instrumento para agilizar o processo decisório, permitindo um melhor planejamento das atividades agropecuárias. A tecnologia da informação (TI) vem se difundindo no meio rural, desde a década de 90, e verifica-se que ela pode contribuir positivamente nos aspectos econômicos e ambientais (EMBRAPA, 2007).

Entretanto, existe a constatação de que, novamente, a modernização está restrita aos setores mais capitalizados e avançados tecnologicamente. É preciso também se pensar em uma política de informatização do setor agrícola, para que esta não seja mais um fator de intensificação do processo de concentração de renda e de terra, agravando as diferenças sociais, a exemplo do que ocorreu com a “revolução verde”.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL

Segundo Guanziroli *et al.* (2001), a agricultura familiar não deve ser definida a partir do tamanho do estabelecimento. Do ponto de vista conceitual, a extensão máxima deve ser determinada pelo que a família pode explorar com base em seu próprio trabalho associado à tecnologia de que dispõe (GUANZIROLI *et al.*, 2001). Esses autores partem de um conceito mais geral, em que as seguintes condições devem ser simultaneamente atendidas: (i) a direção dos trabalhos deve ser exercida pelo produtor; e (ii) o trabalho da família deve ser superior ao trabalho contratado (terceiros).

De acordo com Lourenzani (2005), mesmo aqueles que não são proprietários da terra – como os arrendatários, os parceiros e os posseiros – podem ser caracterizados como agricultores familiares. A Tabela 2 apresenta o modelo de classificação proposto por Guanziroli *et al.* (2001).

Tabela 2 – **Classificação dos agricultores familiares segundo a renda total média anual**²

Diária Média Estadual ou Regional	R\$ 30,00
Número de dias úteis no ano	260
Fator de ajuste (tributos e direitos trabalhistas)	1,2
Tipo de Agricultores Familiares	
Valor do Custo de Oportunidade (VCO)	R\$ 9.360,00
Tipo A: Renda Total (RT) > 3 VCO	Acima de R\$ 28.080,00
Tipo B: $VCO < RT \leq 3 VCO$	De R\$ 9.360,01 até R\$ 28.080,00
Tipo C: $VCO/2 < RT \leq VCO$	De R\$ 4.680,01 até R\$ 9.360,00
Tipo D: $RT \leq VCO/2$	Abaixo de R\$ 4.680,00

Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Guanziroli *et al.* (2001)

No meio rural, os agricultores familiares são os que geram mais empregos e fortalecem o desenvolvimento local, pois distribuem melhor a renda, são responsáveis por uma parte significativa da produção nacional, respeitam mais o meio ambiente e potencializam a economia nos municípios onde vivem (LOURENZANI, 2005).

² Ressalta-se que os dados foram atualizados, pelo autor, para valores de julho de 2010.

Segundo a Conab (2010), dos 147,10 milhões de toneladas produzidas na safra 2009/10, a AF foi responsável pela produção de 30% da soja, 40% do milho, 80% do feijão e cerca de 25% do arroz. Isso quer dizer que, de todos os grãos cultivados no Brasil, mais de um terço do total são produzidos pela AF. A agricultura familiar tem se mostrado estratégica, principalmente em crises de alimentos, em que o país precisa produzir mais alimentos para combater as altas dos preços no mercado e da insegurança alimentar.

Os produtos adquiridos da AF e comercializados pela CONAB por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), têm-se mostrado fundamentais para dar sustentação ao produtor rural e também para atender às comunidades pobres. Na modalidade CPR-doação, a CONAB compra os alimentos dos agricultores e os destinam as escolas, creches, hospitais e a projetos sociais, como o Fome Zero (CONAB, 2010). Entende-se que este tipo de ação do Estado possibilita novas oportunidades de sustento para a AF, reduzindo o êxodo rural.

Na subseção anterior procurou-se demonstrar que a AF ficou alijada do processo de modernização da agricultura. Os dados apresentados na Figura 2 e na Tabela 3 revelam que na atualidade a agricultura familiar ainda não recebe na mesma proporção que oferecem, ao comparar os percentuais de renda total (50,9%) e de financiamento (13,8%), por exemplo.

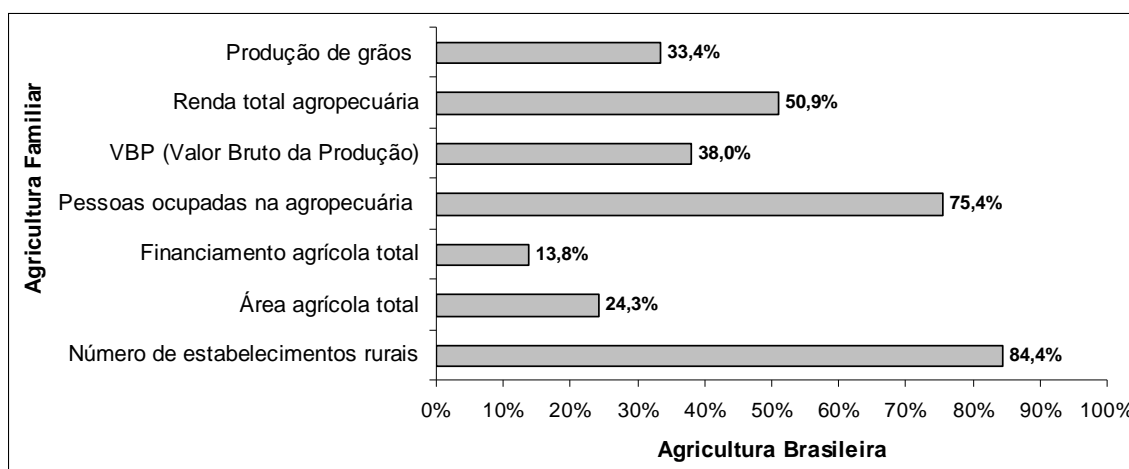


Figura 2 – Comparativo Agricultura Familiar (AF) e Agricultura Empresarial (AE)

Fonte: Elaborada pelo autor com dados de Souza *et al.* (2008), IBGE, CONAB e MAPA (2010)

Tabela 3 – Estabelecimentos agropecuários e crédito rural no Brasil (*valores em bilhões de reais)

Tipo	Quantidade	%			
Número de estabelecimentos (AE)	807.587	15,60%			
Número de estabelecimentos (AF)	4.367.902	84,40%			
Número Total de estabelecimentos	5.175.489	100%			
Safra	2007/08 ⁽¹⁾	2008/09 ⁽²⁾	2009/10 ⁽³⁾	2010/11 ⁽⁴⁾	Var. (%) ^{(4)/(1)}
Agricultura Empresarial (AE)	58*	65*	92,5*	100*	72,41%
Agricultura Familiar (AF)	12*	13*	15*	16*	33,33%
Total de recursos	70*	78*	107,5*	116*	65,71%
Participação da AE no total de recursos	82,86%	83,33%	86,05%	86,21%	4,04%
Participação da AF no total de recursos	17,14%	16,67%	13,95%	13,79%	-19,54%

Fonte: Elaborada pelo autor com dados do IBGE (2010), MAPA (2010) e Souza *et al.* (2008)

O último censo agropecuário foi realizado em 2007 (2006 como ano de referência). Informações elaboradas a partir dos dados deste censo permitem inferir que é grande o número de pequenos estabelecimentos na maioria dos municípios brasileiros. Os dados preliminares confirmam a importância da AF, sendo responsável por 84,4% dos estabelecimentos agropecuários e ocupando somente 24,3% da área total agricultável.

A participação dos Agricultores Familiares (AFs) na renda total agropecuária (RT) é maior do que no Valor Bruto da Produção (VBP), o que pode ser explicado pelo fato de que este último despreza os gastos de produção incorridos pelos agricultores. Esse conjunto de informações revela que os AFs utilizam os recursos produtivos de forma mais eficiente que os empresariais, pois, mesmo detendo menor proporção da terra e do financiamento disponível, produzem e empregam mais do que os patronais (BUAINAIN *et al.*, 2003). Além disso, quando se considera a RT por unidade de área, os resultados da agricultura familiar são muito superiores aos dos estabelecimentos empresariais em todas as regiões do país.

Guilhoto *et al.* (2007), avaliaram o nível de atividade do agronegócio da AF no Brasil, para o período de 1995 a 2003. Por meio dos Modelos de Insumo-Produto estimaram a importância do Produto Interno Bruto do agronegócio familiar no contexto nacional. Concretamente, os resultados demonstram que cerca de 1/3 do agronegócio brasileiro advém da produção agropecuária realizada pela AF, cabendo observar, também, que o desempenho recente da agropecuária familiar e de todo o complexo a ela articulada vem sendo bastante positivo, superando, inclusive, as taxas de crescimento relativas ao segmento empresarial.

De acordo com Guanziroli *et al.* (2001), a AF tem capacidade de adaptação a ambientes em rápidas transformações, seja pela crise de produtos tradicionais, emergência de novos mercados ou mudanças mais gerais da situação econômica do país. Segundo este autor, os agricultores respondem às mudanças buscando novos produtos, como a fruticultura e a horticultura. Uma alternativa para conter a inflação mundial, puxada pela alta nos preços dos alimentos, é o investimento na AF (FAO/ONU, 2008). Para esta instituição, a AF tem capacidade de resposta rápida aos incentivos de aumento de preços.

Experiências mundiais apontam correlação entre a opção por uma agricultura baseada no trabalho familiar e países com melhores índices educacionais, de expectativa de vida e de PIB real per capita. De acordo com Veiga (1998), os países que atingiram os mais altos níveis para os fatores citados, como França, Alemanha, Grã-Bretanha e Japão, optaram por uma agricultura baseada no trabalho familiar, enquanto os países com os mais baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) adotaram outros padrões de produção.

Segundo o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA, 2008), o Brasil esteve protegido da crise mundial de alimentos, graças ao progresso da AF, no entanto não ficou imune às ameaças. Quando há uma crise de preços de alimentos, quem sofre primeiro e mais sofre são as camadas mais pobres da população, dado que nesta classe, a alimentação representa um percentual maior do rendimento familiar.

É preciso salientar que o desempenho da AF é determinado por um conjunto grande de fatores, sejam decorrentes das políticas públicas e da conjuntura macroeconômica ou em função das especificidades locais (SOUZA FILHO e BATALHA, 2005).

2.3 POLITICAS AGRÍCOLAS COM FOCO NA AGRICULTURA FAMILIAR

Existe um clima de otimismo quando se olha o futuro da agricultura no Brasil. Mesmo competindo com nações (UE e USA, por exemplo) que criam barreiras comerciais ou subsidiam a produção agropecuária, os investimentos em tecnologia estão ajudando a colocar o país no patamar da excelência.

No trabalho de Buainain e Souza Filho (2009), são apresentados os principais instrumentos de política macroeconômica e agrícola que afetam a agricultura brasileira, bem como a evolução recente da política agrícola brasileira. O resgate histórico, apresentado por estes autores, permite compreender os objetivos e limitações das políticas agrícolas no Brasil, bem como inferir sobre suas possíveis tendências.

Tomando como base o trabalho de Delgado (1995), Buainain e Souza Filho (2009) apresentam uma breve explicação didática da regulação estatal na agricultura, seus objetivos, instrumentos e limites. A Figura 3 guia a discussão desses autores e ela é importante por vislumbrar os elementos intervenientes no planejamento da produção agrícola.

Dois conjuntos de políticas, inter-relacionadas, têm sido de grande importância na determinação das decisões de produção e da renda na agropecuária: as políticas macroeconômicas e as políticas agrícolas propriamente. Dadas as variáveis e restrições estruturais, o comportamento e o desempenho do setor agropecuário refletem os efeitos combinados dos preços macroeconômicos e dos sinais enviados pela política agrícola.

Em conjunto, esses parâmetros determinam o contexto geral que afeta as decisões de produção, sua composição e nível corrente, os investimentos, o crescimento do produto, a formação e distribuição de renda no setor. As políticas macro e setoriais traduzem-se em um conjunto de sinais que sancionam, inibem ou estimulam certas expectativas dos agentes, afetando suas decisões de produção (o que produzir, quanto produzir e investir e como produzir); e, em um conjunto de ações que afetam a demanda final (DELGADO, 1995).

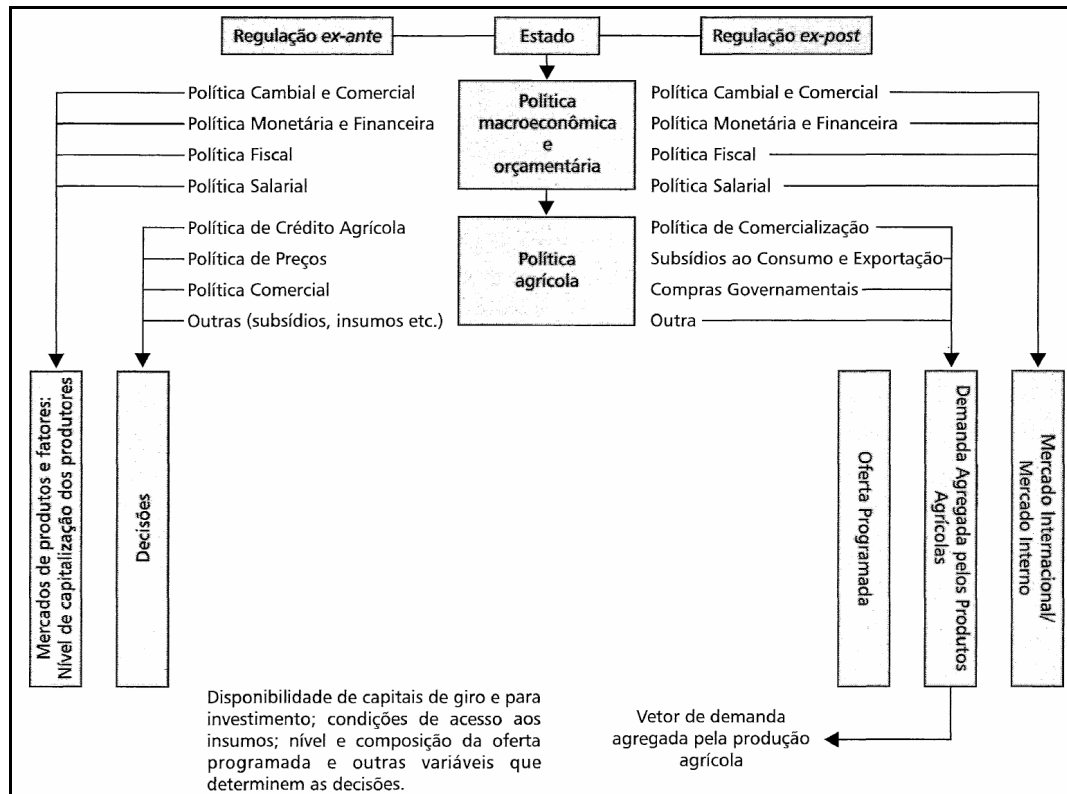


Figura 3 – Intervenção e regulação dos fluxos agregados

Fonte: Adaptado de Delgado (1995) por Buainain e Souza Filho (2009)

A intervenção governamental ocorre em dois momentos. O primeiro momento (regulação *ex ante*), trata-se de intervir nas variáveis-chaves que determinam as decisões de que, quanto e como produzir; no segundo momento (regulação *ex post*), o objetivo é controlar as variáveis que afetam os resultados econômicos e financeiros das decisões tomadas anteriormente pelos produtores (Figura 4). Ou seja, os instrumentos de política agrícola são utilizados para, por meio das decisões dos produtores, afetar a composição e o nível da oferta planejada. Os produtores tomam suas decisões de produção e de investimentos segundo as condições de mercado, os incentivos transmitidos pelo conjunto de instrumentos de política macroeconômica e setorial e as expectativas em relação à demanda futura. Suas decisões traduzem-se, no próximo período, na oferta agregada de produtos agropecuários.

O modelo de intervenção que se configurou no final da década de 60, comportava duas linhas fundamentais de ação. De um lado, tal como sintetizado na Figura 4, uma forte intervenção no fluxo de produção e de demanda agregada do setor. De outro lado, a intervenção tinha como objetivo promover transformações estruturais dinâmicas da produção, visando, em particular, à elevação da produtividade, à diversificação da exportação e à integração agroindustrial.

Buainain e Souza Filho (2009) destacam como os principais instrumentos da política agrícola brasileira: (i) Plano anual de safra; (ii) Valor Básico de Custeio (VBC); (iii) Limite de financiamento; (iv) Condições de financiamentos; (v) Volume de recursos disponíveis; (vi) instituições ou canais de distribuição; (vii) Programa de Garantia de Preços Mínimos (PGPM); (viii) Empréstimo do Governo Federal – com opção de venda (EGF-cov); (ix) Aquisições do Governo Federal (AGF); (x) Preços de Liberação dos Estoques (PLE); (xi) Banda de preços; (xii) Prêmio para escoamento de Produto (PEP); (xiii) Cédula do Produtor Rural (CPR); (xiv) Contrato de Opção de Venda (COV); e (xv) Seguro agrícola.

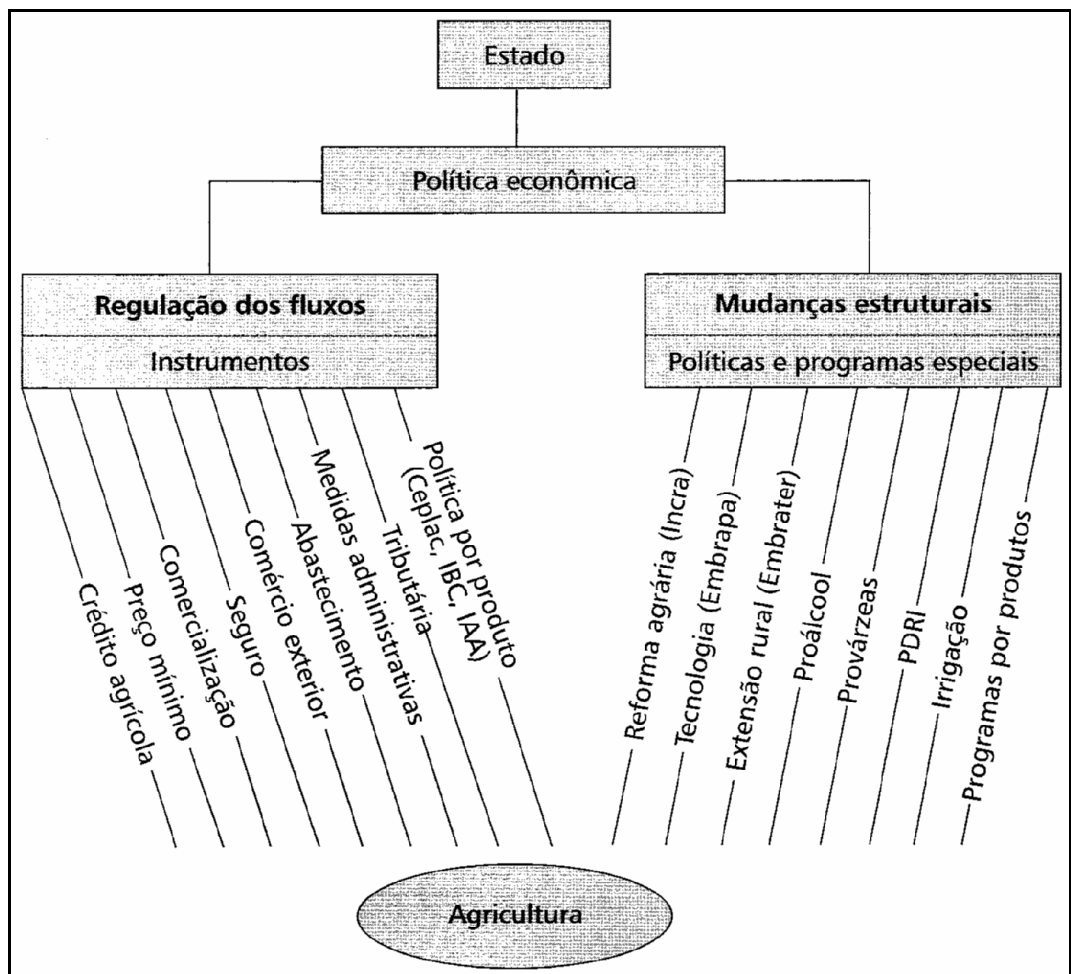


Figura 4 – Modelo de intervenção setorial

Fonte: Buainain e Souza Filho (2009)

As políticas de crédito voltadas para a AF vêm apresentando avanços, culminando no surgimento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF, 1996). No estudo de Souza *et al.* (2008), foi constatado que os recursos do PRONAF contribuíram para elevar a utilização da terra, aumentar o retorno das atividades e para a contratação de trabalhadores adicionais.

De acordo com Buainain e Souza Filho (2009), apesar de a concepção liberal da economia insistir que a melhor política pública é simplesmente deixar que o mercado funcione livremente, praticamente em todos os países do mundo, as políticas agrícolas continuam fortes. Na verdade, pode-se e deve-se discutir os instrumentos de intervenção, mas dificilmente pode-se colocar em dúvida a necessidade de políticas agrícolas que levem em conta as especificidades da produção e dos mercados agropecuários.

2.4 O PROCESSO DECISÓRIO NO PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA

Segundo Dufumier (1995), os erros incorridos na concepção de ações em prol do desenvolvimento rural, são: (i) proposição de soluções técnicas sem levar em conta a complexidade dos sistemas de produção utilizados historicamente na exploração agrícola; e (ii) ignorar os objetivos socioeconômicos preconizados pelos agricultores quando elegem e praticam seus sistemas de produção. Assim, o ponto de partida para a proposição de sistemas, passa necessariamente pelo conhecimento dos diversos sistemas produtivos, concebidos a partir de múltiplas possibilidades e/ou desejos dos produtores rurais (PINTO, 2005).

De acordo com Lentz (1998), a maioria dos modelos desenvolvidos para o planejamento agrícola não são utilizados na prática pelos produtores. Segundo este autor, para mudar este cenário, é preciso maior ênfase nos produtores e nas suas regras de decisão. Por vezes é preciso ajudá-los a visualizar seus problemas, pois estão tão ocupados com o processo produtivo que não visualizam os problemas de maior relevância.

O planejamento e controle da produção (PCP) pode ser compreendido como um sistema de informação (SCARPELLI, 2008). A informação é o elemento balizador do processo de tomada de decisão. A ausência de informação de qualidade ou a não organização destas concorrem para decisões ineficientes. Segundo Talamini e Dalmazo (1993), o agricultor precisa de: (i) informações gerenciais para suas decisões; (ii) informações sobre risco, recursos e margens, por exemplo; e (iii) informações técnicas.

De acordo com Machado (2004), para adequar os produtores familiares de hortaliças às realidades do mercado consumidor e às exigências do mercado intermediário, é necessário que informações sejam oferecidas para facilitar as decisões acerca de o que, como, quando, quanto e para quem produzir.

Para Scarpelli (2008), as questões essenciais ao planejamento das atividades produtivas de uma propriedade rural referem-se ao o que, quanto e para quando produzir. Este autor propõe que, na medida do possível, o produtor considere no planejamento do negócio, todas as variáveis que influenciam na tomada de decisão sobre estas questões. Para

Lourenzani (2005), estas decisões devem ser tomadas, considerando fatores restritivos, como o tamanho da propriedade, a tecnologia disponível e a saúde financeira do empreendimento.

A decisão sobre o que produzir é a primeira e mais importante decisão, a partir da qual devem ser tomadas as demais decisões do planejamento (HILDO FILHO e BATALHA, 2005). Segundo Scarpelli (2008), na tomada de decisão sobre o que produzir, dois conjuntos de fatores devem ser considerados: (i) características dos recursos disponíveis – composição do solo, topografia da região, disponibilidade de água, condições climáticas, disponibilidade de serviços de apoio, capacitação da mão de obra, possibilidade de implementar culturas complementares, disponibilidade de insumos, investimentos necessários, capital disponível e possíveis índices de produtividade –; e (ii) condições de mercado – possível escala de produção individual ou coletiva, existência de cadeias coordenadas para os produtos recomendáveis, quantidades mínimas exigidas pelo elo sucessor da cadeia, comportamento histórico dos preços para se avaliar o possível retorno, as safras e entressafras dos produtos e identificação de culturas perenes ou temporárias.

Ainda sobre o que produzir, na visão de Lourenzani (2005), trata-se da decisão de quais produtos, ou combinação deles (*mix* de produção), serão produzidos, tendo em vista os recursos disponíveis e o retorno desejado. Para isso, segundo este autor, é necessário considerar duas variáveis fundamentais: a restritividade dos recursos (solo, relevo, água, temperatura, insumos, tecnologia, mão de obra e capital) e as condições de mercado impostas (escala de produção, integração ao mercado, concorrência e preços). Nesta mesma questão, segundo Vilckas (2004), o produtor deve considerar os recursos naturais da propriedade, as condições financeiras, os recursos humanos e estruturais e as condições de mercado.

Buscando encontrar técnicas simplificadas de gerenciamento adequadas a empreendimentos familiares, Vilckas (2004) optou pela elaboração de um modelo com base na Escola do Design e na técnica de Explicitação e Ponderação de Critérios para escolher o que cultivar em olericultura. Ressalta-se que neste trabalho, das opções que se apresentavam, escolhia-se somente uma. Desta forma, não se permitia escolher o *mix* de produção que maximizasse o lucro, por exemplo. Além disso, não se buscou a diversificação e/ou a inovação da produção, temas constantes na discussão recente da literatura, pois, estas são duas formas eficientes de promover o desenvolvimento rural (CARVALHO *et al.*, 2009).

Devido à complexidade do ambiente externo, no modelo de decisão sobre o que cultivar proposto por Vilckas (2004), somente foi desenvolvida uma estrutura de pesos para a tomada de decisão para a análise dos fatores internos. No entanto, Vilckas (2004, 118) reconhece: “os fatores externos também são de extrema importância e devem ser considerados

na decisão”. E sobre o estudo que apresenta, Vilckas (2004, 121), acrescenta, “é um trabalho inicial, que serve como subsídio para outros trabalhos na área de planejamento rural”.

De acordo com Vilckas (2004) e Vilckas e Nantes (2005), para as variáveis ligadas aos fatores externos (condições de demanda, oferta e disponibilidade de serviços de apoio, por exemplo) não é possível estabelecer uma estrutura de peso. Para identificar a importância que cada um destes fatores assume na decisão que vai ser tomada, estes autores, sugerem que fiquem a cargo do produtor e do agente da extensão rural.

As informações de campo, advindas do estudo de Vilckas (2004), revelaram que o principal fator considerado pelos olericultores familiares no momento de decidir o que produzir é o mercado e que apenas 3% consideram os recursos da propriedade como importantes nesta decisão. Estes e outros dados relevantes são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios utilizados pelos produtores na escolha das hortaliças

Critério	Frequência (possibilidade de escolher mais de uma opção)
De acordo com o mercado	51%
Facilidade na produção e afinidade com o produto	36%
Menor custo de produção e melhor preço de venda	18%
De acordo com os recursos da propriedade	3%
Sempre produz a mesma coisa	3%
Não respondeu	3%

Fonte: Vilckas (2004)

Segundo esta autora, estes resultados não surpreendem, pois estes produtores têm uma visão bastante limitada do processo de produção, de modo que fatores como os recursos existentes na propriedade, não são devidamente considerados. O fato dos produtores repetirem em todo o ciclo, os mesmos produtos, não diversificando suas atividades, faz parte da cultura do produtor rural brasileiro, em especial dos familiares (VILCKAS, 2004).

Por outro lado, o quanto produzir está fortemente ligado à decisão do que produzir, à área disponível e também às demandas ou restrições do mercado (VILCKAS, 2004). Segundo esta autora, também deve ser considerado que as UPFs apresentam limitações para concorrer no mercado devido à falta de escala de produção, fator muito importante no planejamento das atividades. Para Lourenzani (2005) esta questão está vinculada à decisão do que produzir e às restrições impostas pelo mercado. Neste caso, procura-se definir a compatibilidade entre máxima quantidade produtiva recomendada (ou contratada) e a máxima possível (área e tecnologia disponível) pelo estabelecimento rural. Entretanto, deve-se ressaltar a quantidade mínima economicamente viável de cada produto. Além disso, dependendo das características do produto, o processo de estocagem deve ser levado em consideração na definição da quantidade produzida.

A terceira questão no planejamento refere-se a para quando produzir. Nesta situação, observa-se que grande parte dos produtos primários passa a fazer parte de cadeias agroindustriais, tornando-se insumos para os produtos industrializados, ficando o produtor sujeito às necessidades e restrições das indústrias processadoras (VILCKAS, 2004). Além da escala de produção, a disponibilidade (frequência) de produtos para as agroindústrias e canais de distribuição passa a ser uma das principais exigências para alcançar a competitividade do empreendimento. Nesse sentido, é necessário considerar o tempo de produção de cada atividade, além dos imprevistos inerentes ao processo produtivo. Isso implica a adoção de técnicas de gerenciamento que controlem cada etapa do processo, considerando significativos riscos das variações climáticas existentes (LOURENZANI, 2005).

Por outro lado, a questão como produzir, segundo Lourenzani (2005), refere-se à parte operacional da atividade gerencial. Identificado o trinômio o que/quanto/quando produzir, devem-se, então, determinar as etapas produtivas e as tarefas intrínsecas a cada etapa. Isto é, deve-se definir quais tarefas serão realizadas, como realizá-las, com quais recursos e em qual local executá-las. No estudo de Vilckas (2004), apenas 36% responderam que procuram se atualizar sobre novas técnicas de produção, revelando que as técnicas utilizadas no processo produtivo, é geralmente baseada na tradição e na experiência adquirida na atividade. Ressalta-se que esta questão não é o foco principal desta tese, por entender que esta questão já é adequadamente tratada pelas ciências agrárias.

Diante do exposto nesta seção, alguns pontos do estudo de Vilckas (2004) merecem destaques: (i) uma ponderação dos fatores internos, foi estabelecida segundo a opinião de especialistas em gestão rural e olericultura. A importância dos fatores externos ficou como decisão posterior a cargo de técnicos e olericultores; (ii) em relação aos recursos naturais disponíveis na propriedade, não foram realizadas análises químicas e físicas do solo e da água; (iii) para a distribuição de chuvas não foi analisado o histórico da região. A temperatura considerada foi somente a média. Entretanto, para a olericultura temperaturas extremas podem ser prejudiciais; e (iv) a possibilidade de armazenamento não foi contemplada. Esta agrotecnologia pode se tornar viável diante da existência de associações ou cooperativas de olericultores. No entanto, deve-se realizar uma análise para verificar a viabilidade econômica deste investimento em face da realidade local dos produtores associados ou cooperados.

Em suma, uma das grandes virtudes do trabalho de Vilckas (2004) foi visualizar a grande maioria dos fatores internos e externos que interferem sobre o que produzir (Figura 5). Entretanto, poderia se considerar outras decisões conjuntas como para quem produzir, quanto e quando produzir, pois os elementos intervenientes são praticamente os mesmos. Além disso,

a análise da maioria dos trabalhos ligados ao projeto GIAF não destaca grande preocupação sobre a questão “para quem produzir”. Assim, entende-se que esta questão é de fundamental importância para as demais decisões. Portanto, defende-se que estas questões sejam conjuntamente respondidas.

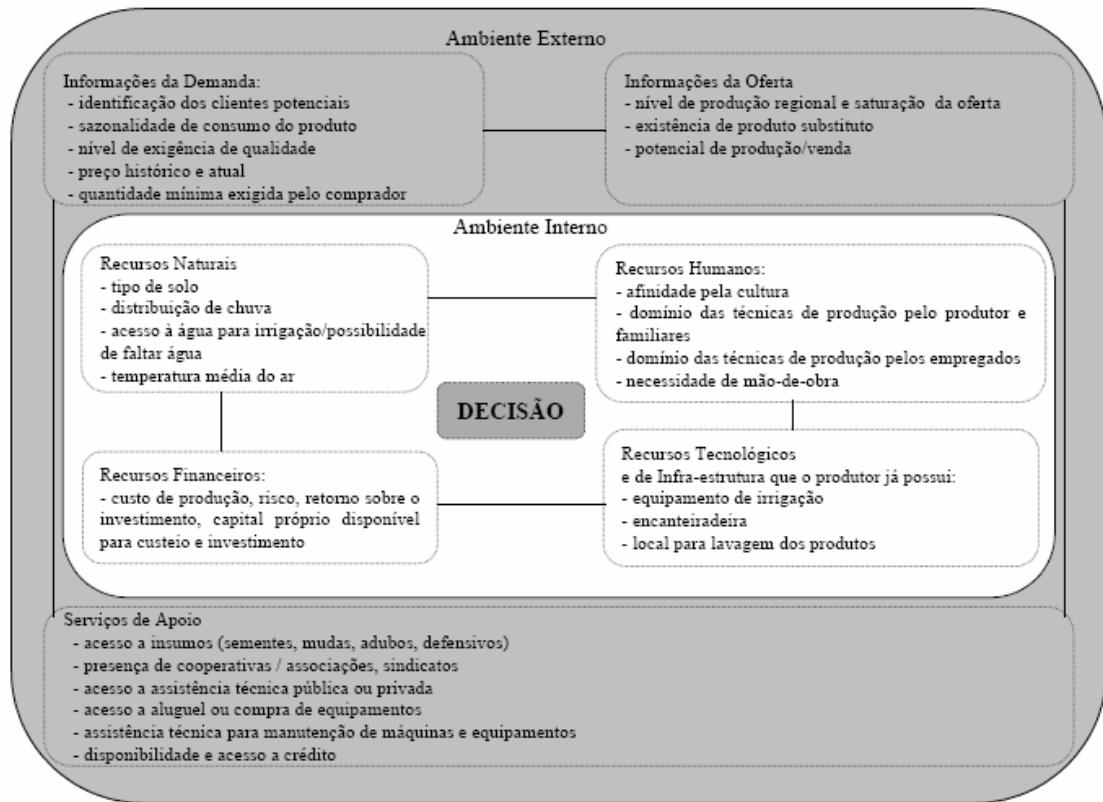


Figura 5 – Fatores dos ambientes externo e interno às unidades de produção rural a serem considerados na escolha do que produzir na atividade de olericultura

Fonte: Vilckas (2004)

O planejamento do agronegócio olericultura, isto é, como produzir e comercializar um produto originado de uma hortaliça, objetiva maximizar o lucro e assim garantir o crescimento e a sustentabilidade do negócio. Entretanto, o mercado de hortaliças é bastante dinâmico, sendo fortemente influenciado pela preferência dos consumidores, que também tem redirecionado a produção (VILELA e HENZ, 2000). Desta forma, um bom planejamento deve iniciar-se pelo levantamento de mercado para definir a quantidade, regularidade e qualidade dos produtos para atender às necessidades do canal de distribuição (ANDRIOLO, 2002; FONTES e PEREIRA, 2005).

Plantar em época de preços elevados e colher com as cotações reduzidas é o pior que se pode esperar do mercado. Entretanto, esta é uma realidade frequente entre os produtores familiares. Para enfrentar esta realidade, a Figura 6 ilustra um formato de ordenação para a tomada de decisão na fase de planejamento da produção de hortaliças.



Figura 6 – Uma Ordenação da tomada de decisão

Fonte: Elaborada pelo autor

Observa-se que a forma de ordenação proposta na Figura 6, vem em desencontro ao que afirma Filgueira (2008, p.115):

“... a maioria dos olericultores deve concentrar o melhor de seus esforços em sua atividade agrícola, na qual é absolutamente insubstituível. A comercialização não é uma atividade propícia para sua atuação direta, devendo ser deixada para outros profissionais, mais bem preparados e com disponibilidade de tempo para uma atuação mais eficiente”.

Esta forma de ordenação corrobora com Liz (2006), pois segundo este autor, no processo de tomada de decisões sobre quais hortaliças produzir, quanto de cada hortaliça produzir e como produzir cada grupo de hortaliça é preciso antecipadamente conhecer detalhadamente o ambiente global (área de produção, comércio local e preferências, por exemplo), os recursos disponíveis (capital, insumos, assistência técnica, por exemplo) e os objetivos do olericultor (aumento do bem-estar, valorização patrimonial da propriedade e maximização do lucro, por exemplo).

Diante do exposto, defende-se que o planejamento da produção olerícola inicie-se pela pesquisa de mercado (para quem: canais de distribuição e preferências regionais do consumidor) para definir a necessidade (o que), a quantidade (quanto), em que momento ou regularidade (quando) e o padrão de qualidade das hortaliças que irão atender as necessidades (em geral, depende de cada canal).

O próximo capítulo busca descrever os principais modelos de planejamento da produção agrícola. Para atingir este objetivo, destaca-se modelos internacionais e nacionais, modelos teóricos e computacionais. Além disso, são destacadas as principais oportunidades de pesquisa que se apresentam em face do estado da arte exposto.

3 MODELOS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Um modelo é uma representação simplificada de um sistema funcionando na prática (ANDRADE, 2009). Essa representação pode ser feita das mais variadas formas, incluindo explicações verbais, gráficos, equações matemáticas, estruturas físicas e programas de computador (OLIVA, 2005). Todos esses modelos possuem a mesma finalidade: fazer com que um sistema de difícil compreensão e de manipulação arriscada seja apresentado em um formato de compreensão mais fácil, oferecendo menos riscos na hora de testá-los (TAYLOR, 2004) ou implementá-los. Um dos objetivos de um modelo, no caso da produção rural, é antever o que pode ocorrer, a partir de simulação de cenários futuros. Entretanto, é necessário uma organização prévia das rotinas de trabalho da propriedade, independente de computador. A ferramenta não pode vir antes da administração. É preciso primeiro profissionalizar o gerenciamento (MEIRA *et al.*, 1996).

O objetivo deste capítulo é avaliar o estado da arte na área de modelos de planejamento agrícola. Assim, busca-se descrever estes modelos e apresentar oportunidades de pesquisas futuras. A maioria dos modelos apresentados nesta revisão é oriunda de periódicos internacionais e nacionais em ciências agrárias e pesquisa operacional.

3.1 MODELOS INTERNACIONAIS

O envolvimento da agricultura na utilização da pesquisa operacional é pouco usual, mesmo em países desenvolvidos (CAIXETA-FILHO *et al.*, 2002). A Programação Linear (PL) é uma valiosa ferramenta para analisar problemas de planejamento da produção agrícola (KLEIN HANEVELD e STAGEMAN, 2005). Segundo estes autores, tradicionalmente, a rotação de culturas tem sido otimizada por meio da PL.

As principais abordagens na literatura sobre o planejamento da produção agrícola incluem modelos determinísticos ou estocásticos. Os principais modelos determinísticos são: Programação Linear (PL – *Linear Programming*), Programação Dinâmica (PD – *Dynamic Programming*), Programação Inteira Mista (PIM – *Mixed Integer Programming*) e Programação de Metas (PM – *Goal Programming*).

Por outro lado, os principais modelos estocásticos são: Programação Estocástica (PE – *Stochastic Programming*), Programação Dinâmica Estocástica (PDE – *Stochastic Dynamic Programming*), Simulação (SIM – *Simulation*) e Programação de Riscos (PR – *risk programming*). Outras abordagens em crescimento incluem otimização não linear,

programação *Fuzzy*, programação multi-objetivo, algoritmos genéticos, redes neurais, busca tabu e outras heurísticas.

Entretanto, de acordo com Caixeta-Filho (2006), sob a abordagem da programação matemática, a programação linear (PL) tem sido a técnica mais utilizada no problema de programação da colheita para vários tipos de produtos agrícolas (grãos, cana-de-açúcar e gerenciamento de florestas, por exemplo). De forma semelhante, segundo Ahumada e Villalobos (2009), os modelos mais populares e com mais aplicações de sucesso na área de planejamento da cadeia de suprimentos de alimentos agrícolas perecíveis ou não é a PL.

A busca pela literatura retrata no mínimo quatro *reviews* na área relacionada a tópicos de modelos de planejamento da cadeia de suprimentos agrícolas: (i) Glen (1987); (ii) Lowe e Preckel (2004); (iii) Lucas e Chhajed (2004); e (iv) Ahumada e Villalobos (2009). Além disso, o estado da arte revela que os objetivos em termos de busca ótima são: (i) financeiros (maximizar lucro, por exemplo); (ii) agrícolas (maximizar a utilidade da área disponível, por exemplo) e; (iii) ambientais (minimizar a utilização de agrotóxicos, por exemplo). Ressalta-se que a otimização simultânea de todos os objetivos pode não ser possível. Um maior detalhamento dos trabalhos mais relevantes ao tema desta tese é oportunizado na sequência.

Lucas e Chhajed (2004) apresentam uma revisão de aplicações da pesquisa operacional a problemas de localização na agricultura, como transporte, distribuição e localização de facilidades (armazéns e indústrias processadoras de alimentos, por exemplo). O artigo cobriu o estado da arte no período entre 1826 a 2000.

O artigo de Ahumada e Villalobos (2009) avalia o estado da arte na área de modelos destinados ao planejamento de diferentes componentes da cadeia de suprimentos denominada ASC (*Agri-food Supply Chain*), o que inclui modelos de planejamento agrícola com destaques para os que foram completamente aplicados para resolver situações reais. Estes autores procuram classificar os artigos em várias categorias. Em uma destas classificações, os autores enquadram os artigos em três categorias: (i) teóricos; (ii) teóricos com estudo de caso; e (iii) aplicados em situação real. Como conclusão observa-se que a terceira categoria é a que apresenta o menor número de publicações. Uma outra categorização diz respeito ao objetivo do planejamento, isto é, para que tipo de decisão o modelo auxilia: (i) estratégicos (seleção da tecnologia de produção, por exemplo); (ii) táticos (seleção de rotação de culturas, por exemplo); e (iii) operacionais (mais ligado a objetivos de curto prazo).

Os artigos apresentados por estes autores são separados em relação ao objeto de estudo: alimentos perecíveis e não perecíveis. De acordo com estes autores, existem poucos artigos que tratam de produtos perecíveis de origem agrícola e menor ainda o número de

trabalhos que foram realmente colocados em prática. A maioria desenvolve o modelo teórico e por meio de estudo de caso, validam a proposição. Entretanto, devido ao aumento da importância econômica dos alimentos agrícolas perecíveis e o renovado interesse na segurança alimentar, estes autores esperam que o número de artigos publicados nesta área aumente em um futuro próximo.

Os modelos de planejamento estratégico desenvolvidos para produtos agrícolas perecíveis repousam sobre diversos tipos de decisão, tal como projetos de redes de suprimentos, planejamentos financeiros, capacidade e seleção de tecnologia. Em geral, a função objetivo destes modelos inclui a maximização de renda ou do lucro e a minimização dos custos. A maioria dos trabalhos que cobrem decisões estratégicas também incluem alguns aspectos de planejamento tático (AHUMADA e VILLALOBOS, 2009). Por outro lado, os modelos de planejamento tático representam as mais populares aplicações para produtos perecíveis. Segundo estes autores, algumas das decisões presentes nestes modelos incluem escala de cultivo, planejamento de colheita, seleção de culturas e capacidade de trabalho. Estes autores apresentam dois modelos de planejamentos táticos que foram implementados e providenciaram significativos benefícios a produtores, atestando os potenciais benefícios deste tipo de modelo. Entretanto, os casos apresentados modelam somente a produção em casa de vegetação (ambiente protegido – popular estufa).

Segundo Ahumada e Villalobos (2009), os modelos estocásticos podem ser utilizados para planejar a produção agrícola e realizar planejamentos robustos sob riscos. Entretanto, para isso é necessária a existência de dados históricos sobre a produção. Uma constatação comum nos estudos disponíveis na literatura sobre a agricultura brasileira é a ausência de registro de custos, produção e produtividade entre os agricultores, sendo mais acentuada para a agricultura familiar.

Darby-Dowman *et al.* (2000) desenvolveram um modelo de Programação Estocástica (PE) para otimizar o planejamento do plantio de hortaliças com a ajuda de cenários climáticos, com o objetivo de maximizar a renda. O objetivo do planejamento é tático e destinado a produtores, observando variáveis de produção e colheita. Entretanto, foi considerada somente uma espécie de hortaliças (couve-de-bruxelas), um plantio por ano e várias variedades desta olerácea.

Um exemplo relevante de planejamento tático é o apresentado por Caixeta-Filho *et al.* (2002). Estes autores utilizaram um modelo de PL para planejar a produção de flores em estufas no Brasil. A principal variável de decisão é o número de flores produzidas em cada estufa em um período específico de tempo. O modelo inclui decisões de plantio e colheita em

muitos períodos do ano. Algumas das restrições do modelo incluem a quantidade plantada e colhida em cada período. O objetivo do modelo é satisfazer a demanda de consumidores enquanto maximiza a renda. O modelo de PL é implementado no *software* de planejamento de estufas da empresa, oferecendo a tomadores de decisão e supervisores uma ferramenta de planejamento de operações da empresa. Os benefícios do uso deste modelo são representados pelo aumento das vendas e lucros, com incremento de 32% na margem de lucro do produtor.

O trabalho de Caixeta-Filho *et al.* (2002) foi premiado pela INFORMS (*institute for operations research and management sciences*, nos EUA 2001), como um dos melhores trabalhos mundiais em pesquisa operacional, com o objetivo de valorizar e reconhecer publicamente as aplicações práticas bem-sucedidas. Estes autores desenvolveram um modelo de programação linear para planejar a produção e a comercialização de lírios sob cultivo em estufas, em uma empresa localizada em Holambra (SP). De acordo com estes autores, o desenvolvimento de um projeto dessa natureza requer um tratamento bastante personalizado. Cada produto e cada produtor têm características e objetivos próprios. Não há, portanto, a perspectiva da produção massificada de soluções prontas.

Segundo Caixeta-Filho *et al.* (2002), o desenvolvimento desse tipo de trabalho torna-se possível à medida que ficam claros os objetivos e expectativas do produtor e identificam-se ampla e detalhadamente as variáveis importantes para as soluções buscadas. O auxílio propiciado por esses modelos, combinado com a experiência e o envolvimento do produtor, tem o potencial de incrementar a qualidade das tomadas de decisões nos agronegócios.

Caixeta-Filho (2006) desenvolveu um modelo de programação da colheita de laranja no Brasil, por meio da otimização linear (PL). O modelo considera duas potenciais funções objetivo, uma que maximize o número de caixas de laranjas produzidas e outra que maximize a renda total. O segundo objetivo foi considerado superior no caso da produção de suco de laranja advinda da programação da colheita de várias propriedades independentes. O modelo conecta restrições químicas, biológicas e logísticas para classificar a qualidade das frutas na colheita com objetivo de maximizar a renda. O objetivo do planejamento é tático, destinado a planejadores, com a colheita como variáveis de decisão.

3.2 ALGUNS MODELOS PARA O PLANEJAMENTO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS

O objetivo desta seção é destacar a importância da rotação de culturas para o planejamento da produção agrícola e destacar os principais trabalhos (modelos matemáticos e ferramenta computacionais) que foram realizados para resolver problemas desta estratégia de produção. Parte-se do pressuposto de que é preciso pensar na programação da rotação

associada ao planejamento da produção. Na prática os requisitos da sucessão cultural, em geral, determina o ciclo de rotação de culturas. Uma rotação de cultura cíclica é uma sequência de cultivo (soja, milho e pousio, por exemplo) a qual satisfaz os requisitos da sucessão cultural se aplicado ciclicamente sobre a mesma área (lote ou talhão).

A rotação de culturas é um dos mais antigos e fundamentais princípios (ou práticas) agronômicos (LAWES e GILBERT, 1895 *apud* CASTELLAZZI *et al.*, 2008). Esta prática agrícola é uma importante parte do gerenciamento de cultivos (DETLEFSEN e JENSEN, 2007). Desta forma, as exigências da sucessão cultural têm importantes implicações para o planejamento nas propriedades rurais (KLEIN HANEVELD e STEGEMAN, 2005).

A rotação de culturas consiste em alternar, periodicamente, espécies vegetais, em uma mesma área agrícola. De acordo com princípios modernos das ciências agrárias, as espécies escolhidas devem ter, ao mesmo tempo, propósitos comerciais e de recuperação do solo. A adoção de sistemas de rotação de culturas tem sido preconizada para o manejo físico, químico e biológico do solo. De acordo com Santos *et al.* (2007), a rotação de culturas é um sistema de plantio sequencial de espécies vegetais sobre a mesma área, de modo que esta sequência se repita a partir de um determinado período de tempo. Exemplificando, dadas as culturas 1 e 2, a rotação 1–2, indica que após o cultivo da cultura 1, segue o da cultura 2; depois da 2, segue o da cultura 1; e assim sucessivamente (Figura 7).



Figura 7 – Rotação de culturas

Fonte: Elaborado a partir de Santos *et al.* (2007)

A rotação de culturas pode ser interpretado como um arranjo temporal e espacial, pois segundo Castellazzi *et al.* (2008) a rotação de culturas pode ser definido como um arranjo temporal de cultural e pode ser sistematicamente classificado de acordo com variação interna e padrão de ciclo. De acordo com estes autores, existem quatro principais tipos de restrições ou “regras” determinando a rotação de culturas: (i) mínimo período de repetição entre a mesma cultura, ou em alguns casos, o máximo período de cultivo de uma mesma cultura. Esta restrição é imposta para interromper o ciclo de vida de nematóides ou outras pragas no solo; (ii) a segunda regra é relacionada aos benefícios ou riscos associados a sucessão imediata de uma cultura para outra. Os benefícios podem ser medidos por meio do fornecimento de nitrogênio e melhora na estrutura do solo, por exemplo; (iii) a terceira regra relaciona aos ciclos dentro do ano; e (iv) a quarta regra é relacionada as dimensões das culturas desenvolvidas em campo (ou grupo de campos). Os produtores têm uma quantidade limitada de máquinas e mão de obra, por exemplo.

O tamanho de uma rotação é o intervalo de tempo necessário para que tenha início a repetição da sequência de culturas. No modelo matemático proposto por Santos *et al.* (2007), para o problema do planejamento da rotação de culturas com restrições de adjacências (PRC-A) as rotações têm o mesmo tamanho em todos os lotes. Esta condição é imposta para tratar das restrições de plantio em áreas vizinhas.

A programação de uma rotação é um calendário de plantio que exhibe o período do plantio à colheita das culturas selecionadas para cada rotação. Por exemplo, sejam as culturas 1, 2, 3, 4 e 5, com ciclos de plantio respectivamente 4, 2, 2, 1 e 3. A Figura 8 ilustra uma programação de 6 períodos em duas áreas (isto é, cada rotação é de tamanho 6), com as 5 culturas: a rotação 5–3–4 na área 1, e a rotação 2–1 na área 2. Em particular, a cultura 1 é cultivada na área 2 nos períodos 5, 6, 1 e 2.

Área 2	5a	5b	5c	3a	3b	4a
Área 1	1c	1d	2a	2b	1a	1b
Período	1	2	3	4	5	6

Figura 8 – Programação para dois lotes (áreas) em seis períodos ³

Fonte: adaptado pelo autor de Santos *et al.* (2007)

De acordo com Santos (2009) um dos eixos centrais dos modelos de planejamento da produção agrícola de base ecológico-sustentável é a diversidade das atividades e ambiente nas áreas de cultivo. Ainda, segundo esta autora a rotação de culturas é a principal estratégia para incrementar a diversificação da vegetação no tempo em uma mesma área.

Para Santos (2009), uma programação de rotação de culturas é um calendário de plantio (em uma base de tempo T escolhida, um ano, por exemplo) de uma rotação de culturas de tamanho M (M = 1..52 semanas, por exemplo). Esta autora denomina programação de produção de rotação de culturas (ou simplesmente programação de produção) ao calendário de colheita das culturas na rotação com as quantidades (em toneladas, por exemplo) que se espera colher por unidade de área (hectare, por exemplo).

Segundo Santos (2009), o problema de determinar a rotação de culturas para uma dada área de plantio não é novidade na pesquisa operacional (PO). Segundo esta autora, durante o primeiro congresso de aplicações de programação linear (PL), realizado em Chicago (EUA, 1949), Hildreth e Reiter (1951) apresentaram um modelo de otimização linear (PL) cujo objetivo foi o particionamento de uma área de plantio de modo que cada parcela da terra fosse ocupada por uma rotação de culturas definida previamente. Neste modelo, as variáveis de decisão são o tamanho das áreas com cada rotação.

³ Na Figura 8 a ordem alfabética indica o estágio de desenvolvimento.

Muitos autores têm desenvolvido importantes mecanismos para modelar o processo de sucessão cultural ou rotação de culturas. Algumas classes de problemas de rotação de culturas têm sido abordadas por meio de otimização linear por autores como Hildreth e Reiter (1949), El-Nazer e McCarl (1986), Clarke (1989), Dogliotti *et al.* (2003, 2004, 2005, 2006), Haneveld e Stegeman (2005) e Detlefsen e Jensen (2007). Nos modelos desenvolvidos por El-Nazer e McCarl (1986), Haneveld e Stegeman (2005) e Detlefsen e Jensen (2007), as variáveis de decisão são áreas onde certas sequências admissíveis de culturas são alocadas. Nestes modelos não há restrições de plantio para áreas adjacentes e ocorre somente um plantio por ano agrícola.

No modelo de otimização linear de Clarke (1989), as culturas podem apresentar diferentes ciclos de cultivo e época de plantio. No entanto, não existem restrições de plantio sequencial (não é observada a rotação de culturas) ou para áreas vizinhas (restrições de adjacências). O modelo aponta a forma de cultivo que maximiza o retorno financeiro. A variável de decisão é a produção. O estudo de caso foi aplicado em uma propriedade em Bangladesh. O objetivo do planejamento é tático, sendo destinado a um consultor.

Os autores El-Nazer e McCarl (1986), Klein Haneveld e Stegeman (2005) e Detlefsen e Jensen (2007) eliminam a necessidade de rotações pré-definidas resolvendo o problema de rotação de culturas com sequências de culturas cultivadas uma após a outra. Para isto, assume-se que as áreas de plantio são homogêneas e existe única seção de plantio anual. Nestes estudos, as variáveis de decisão referem-se ao tamanho das áreas de plantio com as sequências. De acordo com Santos (2009), tal definição permite uma grande variedade de rotações sem a necessidade de explicitá-las, mas não se aplica a situações em que se têm várias seções de plantio anual (produção de grãos no Brasil e produção geral de hortaliças, por exemplo) ou a heterogeneidade espacial precisa ser considerada. Para esta última observação Dogliotti *et al.* (2003) e Santos (2009) apresentam valiosas proposições.

El-Nazer e McCarl (1986) desenvolveram um modelo de PL para planejar e otimizar a rotação de culturas a longo prazo com o objetivo de maximizar a receita bruta com aversão ao risco (MOTAD – *minimization of the total absolute deviations*). O objetivo do planejamento é estratégico e destinado para um consultor. Este modelo foi aplicado na rotação de cultivos nos sistemas de produção agrícola em Oregon (EUA), usando culturas individuais e relacionando às cultivadas nos 3 anos anteriores como atividades (variáveis) no modelo. Os parâmetros do modelo são obtidos utilizando análise de regressão nos dados históricos de cultivos. Esta abordagem não permite novas atividades para as quais, por definição, não existem dados

históricos. Como uma consequência, resultados são tendenciosos por prevalecer práticas dos produtores e não pode ser utilizado para novos empreendimentos rurais.

Na abordagem proposta por Klein Haneveld e Stegeman (2005) é adotada a ferramenta de programação matemática e mostra-se que os requisitos da sucessão cultural podem ser incluídos como restrições lineares de um modelo de PL para o planejamento da produção agrícola. Para gerar as rotações, sequências de culturas factíveis de tamanho mínimo são construídas a partir de restrições sobre os plantios. Este modelo utiliza métodos de solução baseado em algoritmos de fluxo máximo. As simulações são implementadas no MatLab[®].

O modelo proposto por Detlefsen e Jensen (2007) segue de perto o modelo descrito por Klein Haneveld e Stegeman (2005). Entretanto, Detlefsen e Jensen (2007) utilizaram princípios dos modelos de fluxo de rede, onde Klein Haneveld e Stegeman (2005) utilizaram PL tradicional. Ressalta-se que o modelo fluxo de rede é um modelo de PL com estrutura especial. Detlefsen e Jensen (2007) mostram como o modelo fluxo de rede pode ser utilizado para modelar o problema de rotação de cultura (PRC), conseqüentemente o algoritmo utilizado para resolver redes pode ser utilizado para resolver o PRC. Neste modelo, considera-se que a quantidade de nitrogênio que deve ser adicionado ao solo para uma dada cultura é função das culturas ali plantadas nos anos anteriores. Os autores consideram que a quantidade de terra plantada com cada cultura em cada ano já é conhecida, o que permite a formulação do problema de rotação de culturas como um problema de transporte. A função objetivo a ser maximizada é a soma das margens brutas de cada cultura.

A rotação de culturas também aparece como uma das atividades em outros modelos de planejamento agrícola, mais generalistas ou envolvendo outras questões e objetivos. Annetts e Audsley (2002), por exemplo, apresentam um modelo de programação linear multi-objetivo que considera várias atividades agrícolas, dentre elas, a rotação de culturas, otimizando lucratividade e questões ambientais.

Diferentemente dos artigos citados anteriormente, como supramencionado, no modelo de Clarke (1989), as culturas podem apresentar variadas épocas de plantio e diferentes intervalos de cultivo. No entanto, não existem restrições de plantio para as culturas. Para Castellazzi *et al.* (2008), a sequência de culturas em uma rotação pode ser quantificada como uma matriz de transição, com a propriedade de Markov onde a alocação em um dado ano depende do ano anterior. Partindo deste princípio, estes autores, apresentam um modelo matemático para determinar rotações de culturas utilizando matrizes de transição que podem representar processos estocásticos, incorporando incertezas nas rotações e previsões de longo prazo. Também, neste caso, a área de plantio é homogênea e a seção de plantio é anual.

Outros artigos de rotação de culturas apresentam ferramentas de apoio à tomada de decisão para avaliar o efeito de diversas rotações (DOGLIOTTI *et al.*, 2003, 2004, 2005, 2006; JONES *et al.*, 2003; STÖCKLE *et al.*, 2003; BACHINGER e ZANDER, 2007). Nesses trabalhos, a implementação computacional usualmente atua como ferramenta de auxílio na escolha do plano de rotação e avaliando o efeito na produtividade das culturas e no solo de uma rotação.

O ROTAT é o modelo desenvolvido por Dogliotti *et al.* (2003) para sistematicamente gerar todas as possíveis rotações de culturas de um dado número de culturas satisfazendo um conjunto de regras (critérios de rotação de culturas, por exemplo). Este modelo foi implementado na ferramenta computacional ROTAT (DOGLIOTTI *et al.*, 2003), a qual combina culturas de uma lista pré-definida para gerar todas as possíveis rotações, satisfazendo um dado conjunto de regras baseadas em critérios agrônômicos e ecológicos, tais como, época de plantio, sequências indesejáveis de culturas, inserção de adubação verde e de pousio e frequência de culturas em uma rotação. Entretanto, não empenha-se na otimização da rotação. Este *software* tem sido utilizado para avaliar diferentes consequências de cultivo tal como a sustentabilidade da produção, fertilidade de solo e rentabilidade em estudos de casos no Sul do Uruguai (DOGLIOTTI *et al.*, 2004, 2005, 2006).

A ferramenta computacional ROTOR, idealizada de forma semelhante ao ROTAT, tem por objetivo gerar e avaliar rotações de culturas para sistemas de produção orgânica (BACHINGER e ZANDER, 2007). Outras ferramentas de destaque são: *CropSyst* (STÖCKLE *et al.*, 2003), *DSSAT* (JONES *et al.*, 2003) e o FarmNTool (dinamarquesa).

O sistema de suporte a decisão para transferência de tecnologia (*DSSAT - Decision Support System for Agrotechnology Transfer*) é o resultado de recomendações do consórcio internacional para a aplicação de sistemas agrícolas (*ICASA - International Consortium for Agricultural Systems Applications*). Um dos objetivos principais do ICASA é avançar no desenvolvimento e aplicação de compatíveis e complementares modelos, dados e outras ferramentas de análises de sistema.

O DSSAT é uma coleção de programas independentes relacionados a modelos de simulação de cultivos, os quais funcionam como módulos (são capazes de se interagirem). Os programas contidos no DSSAT permitem ao usuário simular o gerenciamento de cultivos por vários anos para avaliar o risco associado a cada opção. Embora a rotação de cultura seja uma parte importante do gerenciamento de culturas, o usuário deve fornecer a rotação que deseja para que o sistema realize a simulação (JONES *et al.*, 2003). O DSSAT é uma ferramenta para simular o crescimento de 16 culturas diferentes desenvolvidas dentro de uma unidade de

terra homogênea. Ressalta-se que estas ferramentas operam com um plantio por ano-safra, realidade bem diferente da produção brasileira de grãos ou olerícola.

Por outro lado, segundo Stöckle *et al.* (2003), o CropSyst é um conjunto interligado de programas que proporciona ao usuário um conjunto de ferramentas para analisar a produtividade e o impacto ambiental das rotações de culturas e gerenciamento do sistema de cultivo em escala temporal e espacial. As rotações de culturas neste sistema são fornecidas pelos usuários.

De acordo com Bachinger e Zander (2007), a ferramenta dinamarquesa de suporte a decisão FarmNTool considera regulamentações ambientais e dos produtores/propriedade aconselhando-os a avaliar a perda de nitrogênio da propriedade. O FarmNTool requer do usuário a informação sobre a composição das culturas cultivadas em cada rotação. As rotações são tipicamente ligadas ao tipo de solo, em vez de a produção atual. As culturas e a área de cada cultura também são informações necessárias para o FarmNTool. Então, as sequências culturais são determinadas e esta sucessão é utilizada para determinar a produção esperada e o nitrogênio necessário, por exemplo. Esta é uma ferramenta via *web* e tem uma versão demo que pode ser acessada no site da empresa⁴.

No artigo de Santos *et al.* (2007), é proposto e analisado um modelo de otimização 0-1 para o planejamento da rotação de culturas em diversas áreas, voltado para a produção orgânica de hortaliças. O objetivo é maximizar a ocupação das áreas de plantio sujeito a restrições de vizinhança e sucessão para culturas de mesma família botânica, além do plantio de uma cultura para adubação verde e inclusão de um período de pousio em cada rotação.

No trabalho de Santos (2009), sobre a programação de rotação de culturas (PRC), dois problemas focados no planejamento da produção orgânica de hortaliças são abordados: os problemas PRC-A (adjacências) e PRC-D (demanda). Esta autora considera restrições agronômicas (época de plantio e colheita, por exemplo) e de base ecológico-sustentável (sucessão cultural com espécies de família botânica diferente, adubação verde e pousio).

No problema PRC-A o objetivo é a maximização da ocupação das áreas produtivas em que as restrições de plantio são estendidas às áreas adjacentes. Como a formulação matemática para o problema tem, em geral, um número muito grande de restrições e variáveis, com matriz de restrições esparsa e bloco-diagonal, o modelo é reformulado com a Decomposição Dantzig–Wolfe, o que permitiu sua resolução por procedimentos baseados em geração de colunas (LÜBBECKE e DESROSIERS, 2005), heurísticos e exatos.

⁴ Disponível em: <<http://130.226.173.223/farmn/default.asp>>. Acesso em: jun., 2009.

Por outro lado, no problema PRC-D deseja-se suprir a demanda de um conjunto de hortaliças tendo-se disponível um conjunto de áreas heterogêneas. As culturas passíveis de plantio, bem como as suas produtividades, dependem da área considerada. O problema foi formulado como um modelo de otimização linear em que cada variável está associada a uma programação de rotação de culturas. O modelo contém potencialmente um número grande de programações de rotação e é resolvido por geração de colunas.

Entretanto, para o planejamento da produção de hortaliças (orgânico ou não), entende-se que outros fatores relevantes devem ser considerados (ou incorporados), principalmente os locais, tais como: (i) restrições agroecológicas (clima e solo, por exemplo); (ii) restrições agrotecnológicas (sistemas de produção e irrigação, por exemplo); (iii) restrições mercadológicas (oferta, demanda e preço, por exemplo); e (iv) restrições de preferência do olericultor (o que sabe e o que gosta de cultivar, VILCKAS e NANTEZ, 2005; SEPULCRI, 2006, por exemplo).

3.2.1 Modelo Matemático do SVCSPPS

No sistema de produção agrícola, um sequenciamento de cultivos, pode ser definido como a série de culturas que devem ser plantadas, uma após a outra, em uma dada área de plantio, durante um intervalo de tempo, T (1 ano civil, por exemplo). Uma programação do sequenciamento de cultivos é um calendário de plantio de M períodos, no qual T foi dividido (52 semanas, por exemplo), para cada cultura na sequência.

Costa *et al.* (2010), ampliam o modelo de programação da rotação de culturas com atendimento da demanda, proposto por Santos *et al.* (2010), ao introduzir a possibilidade de estocar as hortaliças colhidas. Para tanto, Costa *et al.* (2010), definem as seguintes variáveis:

- λ_s : tamanho do lote associado com o sequenciamento de cultivos s .

e parâmetros:

- A : área total disponível para o plantio;
- M : número de períodos em uma programação do sequenciamento de cultivos;
- a_{ij}^s : quantidade da cultura i colhida na semana j na programação do sequenciamento de cultivos s , por unidade de área, isto é, produtividade;
- c_s : retorno associado com o plano de sequenciamento de cultivos s , isto é, busca-se o máximo retorno sobre a área λ_s ;
- d_{ij} : demanda da cultura i na semana j ; e

- S : conjunto das programações de sequenciamentos de cultivos factíveis.

A partir destas definições, Santos *et al.* (2010), escrevem o modelo SVCSP (*Sustainable Vegetable Crop Supply Problem*) como:

$$\text{Max} \sum_{s=1}^S c_s \cdot \lambda_s \quad (01)$$

sujeito a:

$$\sum_{s \in S} a_{ij}^s \cdot \lambda_s \geq d_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, M \quad (02)$$

$$\sum_{s \in S} \lambda_s \leq A \quad (03)$$

$$\lambda_s \geq 0, s \in S \quad (04)$$

O objetivo do modelo expresso pelas equações (01) a (04) é maximizar o retorno que pode ser obtido com o volume total produzido ou com a receita bruta total, por exemplo. As restrições (02) garantem que a demanda é atendida, pela declaração que a produção de cada cultura i , em cada semana j , deve ser maior ou igual a demanda d_{ij} . A produção da cultura i na semana j é obtida pela soma, de todos planos de sequenciamentos de cultivos utilizados, isto é, da área destinada a programação, λ_s , multiplicada pela produtividade associada a cultura i na semana j . As restrições (03) limitam a área para ser utilizada à área disponível durante o horizonte de planejamento. Por outro lado, as restrições (04) asseguram que as áreas são não negativas.

A formulação (01) a (04) do modelo SVCSP não possibilita manter algumas unidades do produto oleráceo em estoque para atender a demanda em uma semana futura. Para superar esta limitação, Costa *et al.* (2010), apresentam o modelo SVCSPPS (*Sustainable Vegetable Crop Supply Problem with Perishable Stocks*). Para modelar o SVCSPPS, considere as seguintes notações adicionais:

- E_{ij}^w : estoque do produto i , disponível na semana j , o qual foi produzido w semanas anteriores;
- Q_{ij}^w : quantidade do produto i , entregue na semana j , utilizando o estoque E_{ij}^w ;
- d_{ij}^+ : quantidade do produto i , entregue na semana j , que excede a demanda contratada d_{ij} ;
- d_{ij}^- : demanda não atendida do produto i , na semana j ;

- c_{ij} : retorno associado com o produto i , quando entregue na semana j , para atender a demanda contratada d_{ij} ;
- c_{ij}^+ : retorno associado com a quantidade do produto i , distribuído na semana j , excedendo a demanda contratada;
- td_{iw} : taxa de deteriorização (percentual) incorrida no produto i , de idade w semanas, se estocado por uma semana a mais; e
- V : conjunto de culturas, não incluindo aquelas destinadas a adubação verde, isto é, somente as hortaliças.

Nos conjuntos de variáveis E_{ij}^w e Q_{ij}^w , o índice w indica a idade (em semanas) do produto. Ressalta-se que o índice $w = 0$ indica um produto recém colhido. Em cada semana, o estoque disponível (de diferentes idades) pode ser utilizado para atender a demanda ou ser mantido em estoque por uma semana adicional. Para modelar o fato que cada produto oleráceo somente pode ser estocado por um período de tempo limitado, é suficiente limitar o índice w a valores apropriados. Por exemplo, se um produto oleráceo i pode ser estocado por 3 semanas, somente a variável associada com o índice $w = 1, 2, 3, 4$ deve existir, sendo que o índice $w = 4$ é associado com a perda total do produto estocado. No caso geral, o parâmetro W_i representa o número de semanas que um determinado produto pode ser mantido em estoque. O esquema geral de atuação do SVCSPPS é apresentado na Figura 9.

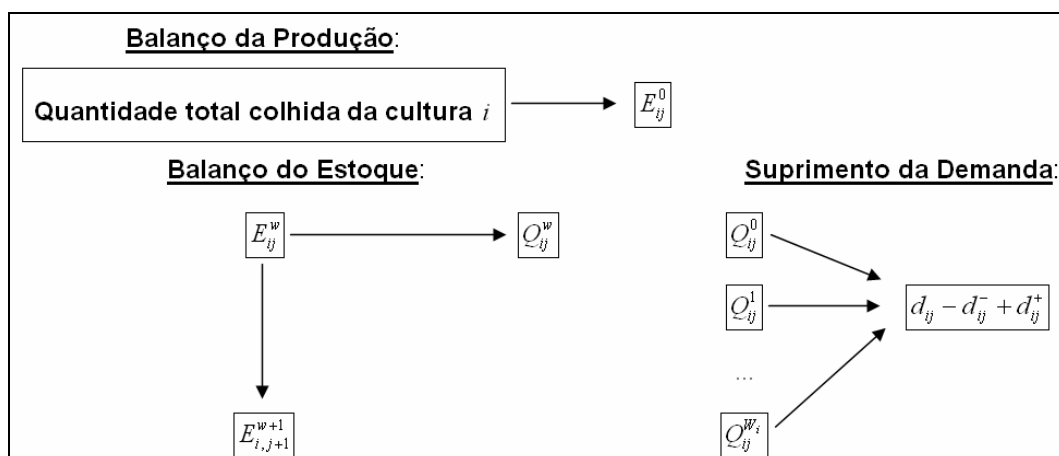


Figura 9 – Relação entre as variáveis para a cultura i na semana j

Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2010)

A quantidade total colhida da cultura i , na semana j , é modelada pelas variáveis E_{ij}^0 (balanco da producao). Esta quantidade pode ser utilizada para suprir a demanda na semana j , originando as variáveis Q_{ij}^0 ou ser mantida em estoque, neste caso surge (descontado as

perdas) como as variáveis $E_{i,j+1}^1$ na próxima semana. Esta ideia estende-se para os demais valores de w (balanço do estoque). As quantidades Q_{ij}^w são utilizadas para atender a demanda atual (suprimento da demanda). As variáveis d_{ij}^- e d_{ij}^+ modelam a demanda não atendida ou a quantidade vendida acima da demanda contratada, respectivamente. Deste modo, o modelo SVCSPPS pode ser escrito conforme é explícito nas equações (05) a (13):

$$\text{Max} \sum_{i \in V} \sum_{j \in M} c_{ij} \cdot (d_{ij} - d_{ij}^-) + c_{ij}^+ \cdot d_{ij}^+ = \text{Max} \sum_{i \in V} \sum_{j=1}^M c_{ij} \cdot (d_{ij} - d_{ij}^-) + c_{ij}^+ \cdot d_{ij}^+ \quad (05)$$

sujeito a:

$$\sum_{s \in S} a_{ij}^s \cdot \lambda_s = E_{ij}^0, i \in V \text{ e } j = 1, 2, \dots, M \quad (06)$$

$$\sum_{s \in S} \lambda_s \leq A \quad (07)$$

$$(1 - td_{iw}) \cdot (E_{ij}^w - Q_{ij}^w) = E_{i,j+1}^{w+1}, i \in V, j = 1, 2, \dots, M \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i \quad (08)$$

$$\sum_{w=0}^{W_i} Q_{ij}^w = d_{ij} - d_{ij}^- + d_{ij}^+, i \in V \text{ e } j = 1, 2, \dots, M \quad (09)$$

$$\lambda_s \geq 0, s \in S \quad (10)$$

$$d_{ij}^-, d_{ij}^+ \geq 0, i \in V, j = 1, 2, \dots, M \quad (11)$$

$$Q_{ij}^w \geq 0, i \in V, j = 1, 2, \dots, M \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i \quad (12)$$

$$E_{ij}^w \geq 0, i \in V, j = 1, 2, \dots, M \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i + 1 \quad (13)$$

A função objetivo (05) maximiza o retorno que pode ser auferido com a venda dos produtos oleráceos para atender a demanda contratada ou a venda extra da produção. As restrições (06) associam as variáveis E_{ij}^0 com a quantidade colhida de cada cultura i em cada semana j . As restrições (07) asseguram que somente a área disponível é utilizada. Nas restrições (08) está o balanço de estoque e incluem um fator de perda (td_{iw}) para cada semana que o produto é mantido em estoque. Estas restrições podem ser interpretadas da seguinte maneira: a quantidade estocada do produto i , na semana j , com w semanas de idade (E_{ij}^w) pode ser utilizada para atender a demanda na semana j , tornando-se Q_{ij} ou permanecer no estoque, surgindo como $E_{i,j+1}^{w+1}$ na semana seguinte. Vale ressaltar que, se $w = W_i$, as restrições utilizam a variável $E_{ij}^{W_i+1}$, as quais não aparecem em outra parte da formulação e, neste caso, indicam uma deteriorização total. Desta forma, todos os produtos i restantes após W_i

semanas são considerados inapropriados para o consumo humano, sendo descartados. As restrições (09) controlam o suprimento da demanda contratada: a demanda do produto i na semana j , d_{ij} , pode ser atendida com os produtos recém colhidos (Q_{ij}^0) ou com os produtos estocados com $w \leq W_i$ semanas de idade, ($Q_{ij}^w, w \geq 1$). Finalmente, as restrições (10)-(13) definem o domínio das variáveis utilizadas no modelo SVCSPPS.

3.2.2 Algoritmo de Geração de Colunas

De acordo com Costa *et al.* (2010), como qualquer formulação de programação linear, o modelo representado pelas equações (05) a (13) pode ser visto como um conjunto de colunas, cada uma associada com uma variável. Cada elemento da coluna é o coeficiente da variável associado na respectiva restrição. Este modelo tem o seguinte conjunto de variáveis: $Q_{ij}^w, E_{ij}^w, d_{ij}^-, d_{ij}^+$ e λ_s . Em particular, cada uma das variáveis λ_s é associada com uma coluna que contém as informações relacionadas a uma dada programação do sequenciamento de cultivos. De fato, uma programação do sequenciamento de cultivos s gera uma programação de colheita que pode ser representada pelo parâmetro a_{ij}^s , a quantidade a ser colhida para cada cultura i , na semana j , para cada unidade de área (m^2) destinada ao plano de sequenciamento de cultivos s . De posse do parâmetro a_{ij}^s , a coluna associada com a variável λ_s pode ser escrita como:

$$\text{Coluna } \tilde{a}_s = \begin{bmatrix} (a_{ij}^s) \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \rightarrow \text{ Associada com as restrições (06)} \\ \rightarrow \text{ Associada com a restrição (07)} \\ \rightarrow \text{ Associada com as restrições (08)-(09)} \end{array}$$

As programações de sequenciamentos de cultivos olerícolas, definidas pelas condições agrotécnicas e de base ecológico-sustentável, podem contribuir para uma produção sustentável e de maior valor agregado. Neste caso, tem-se que incorporar ao modelo as restrições: (i) cada hortaliça tem uma época específica de plantio (semanas) que devem ser respeitadas; (ii) o ciclo cultural – número esperado de semanas transcorridas entre o preparo do solo e a última colheita – é variável em função das características peculiares de cada cultura; e (iii) restrições de base ecológico-sustentável (SANTOS *et al.*, 2009): (a) culturas da mesma família botânica não podem ser cultivadas em sequência temporal imediata na mesma área de plantio (λ_s); (b) uma cultura para adubação verde, usualmente leguminosas (fabáceas) ou gramíneas (poáceas) deve ser produzida em algum momento dentro do horizonte de

planejamento; e (c) a área de plantio deve ficar um período sem cultivo (repouso ou pousio), no qual as vegetações espontâneas se desenvolvem por uma quantidade de tempo específica (4 semanas, por exemplo).

Segundo Costa *et al.* (2010), na situação exposta no parágrafo anterior, o número de programações factíveis cresce exponencialmente com o tamanho do problema. Para reduzir este problema, o modelo representado pelas equações (05) a (13) pode ser visto como um programa mestre dentro da técnica de geração de colunas (LÜBBECKE e DESROSIERS, 2005). A ideia principal é resolver o problema para um conjunto de colunas iniciais (colunas associadas às variáveis: $Q_{ij}^w, E_{ij}^w, d_{ij}^-$ e d_{ij}^+) e então, iterativamente incluir colunas promissoras \tilde{a}_s até que a otimalidade seja encontrada. Para gerar as colunas promissoras \tilde{a}_s , necessita-se de um problema auxiliar composto por um conjunto de restrições descrevendo um espaço factível dos planos de sequenciamentos de cultivos S , e uma função objetivo associada com o custo reduzido da coluna \tilde{a}_s deste modelo. Para o desenvolvimento destes dois últimos apontamentos, definem-se as variáveis binárias:

- x_{ij} : igual a 1 se a cultura i é plantada na semana j , e igual a 0, caso contrário.

e os parâmetros:

- NF : número de famílias botânicas;
- $F(b)$: conjunto de culturas pertencentes a família botânica b , $b = 1, 2, \dots, NF$;
- t_i : ciclo cultural da cultura i , incluindo o tempo esperado entre o preparo do solo e a última colheita;
- I_i : conjunto de semanas adequadas ao plantio da cultura i ;
- N : conjunto de todas as culturas (hortaliças e adubos verdes);
- G : conjunto de culturas que podem ser utilizadas para a adubação verde; e
- $n = |N| + 1$: cultura artificial associada com o período de pousio.

As restrições agrotécnicas e ecológico-sustentável (i) a (iii) podem ser escritas como em Santos *et al.* (2009):

$$\sum_{i=1}^n \sum_{r=0}^{t_i-1} x_{i,j-r} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, M \quad (14)$$

$$\sum_{i \in F(b)} \sum_{r=0}^{t_i} x_{i,j-r} \leq 1, \quad b = 1, 2, \dots, NF \quad e \quad j = 1, 2, \dots, M \quad (15)$$

$$\sum_{i \in G} \sum_{j \in I_i} x_{ij} = 1 \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^M x_{nj} = 1 \quad (17)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, i = 1, 2, \dots, n \text{ e } j \in I_i \quad (18)$$

onde, nas restrições (14) e (15), os índices não positivos $j-r$ são substituídos por $j-r+M$.

As restrições (14) garantem que não mais do que uma cultura é plantada de cada vez, isto é, não se admite o consórcio de culturas. As restrições (15) asseguram que duas culturas da mesma família botânica não sejam plantadas em sequência temporal imediata. Por outro lado, as restrições (16) e (17) forçam o plantio de uma cultura para a adubação verde e a presença de um período de pousio em cada sequenciamento de cultivos, respectivamente. Finalmente, as restrições (18) explicitam as variáveis de decisão. Além disso, associando as variáveis duais π_{ij} e α às restrições (06) e (07), respectivamente, é possível calcular o custo reduzido da coluna \tilde{a}_s , que é dada pela equação (19):

$$\tilde{c}_s = \sum_{i \in V} \sum_{j \in I_i} -\pi_{ij} \cdot a_{ij}^s - \alpha \quad (19)$$

Para uma melhor compreensão do desenvolvimento até então realizado, é adequado explicitar a relação matemática entre as variáveis de decisão x_{ij} e os parâmetros que representam a produtividade a_{ij}^s . Isto pode ser feito, definindo-se:

- θ_i : número de semanas entre o plantio e a primeira colheita da cultura i ; e
- p_{ir} : r -ésima colheita da cultura i , para $r = 1, \dots, t_i - \theta_i - 1$.

Desta forma, pode-se escrever a produtividade conforme a equação (20):

$$a_{i,j+\theta_i+r}^s = p_{ir} \cdot x_{ij}^s, i \in V, j \in I_i, r = 1, \dots, t_i - \theta_i - 1 \text{ e } s \in S \quad (20)$$

onde o índice $j+\theta_i+r$ é substituído por $j+\theta_i+r-M$ sempre que exceder o número de períodos (M) do horizonte de planejamento. Vale ressaltar que o “quando colher” foi considerado nos modelos SVCSP e SVCSPPS por meio da consideração do número de semanas até a primeira colheita (θ_i) e do número de colheitas ($t_i - \theta_i$).

O objetivo do problema auxiliar é encontrar uma coluna promissora para o problema mestre. A coluna com o maior custo reduzido é encontrada pela resolução da expressão (21):

$$\text{Max} \sum_{i \in V} \sum_{j \in I_i} \left[\sum_{r=1}^{t_i - \theta_i - 1} -\pi_{i,j+\theta_i+r} \cdot p_{ir} \right] \cdot x_{ij}^s - \alpha \quad (21)$$

sujeito as equações de (14) a (18).

O algoritmo, proposto por Costa *et al.* (2010), apresenta um pseudo-código para implementação da técnica de geração de colunas para a resolução do modelo SVCSPPS.

Algoritmo geração de colunas

1. Escolha um conjunto de colunas iniciais para o problema mestre restrito (PMR) (05)-(13) com as colunas associadas com as variáveis $Q_{ij}^w, E_{ij}^w, d_{ij}^-$ e d_{ij}^+ .
2. Resolva o PMR e obtenha as variáveis duais (π, α) .
3. Resolva o problema auxiliar (21) e obtenha o custo reduzido associado \tilde{c}_s e a coluna \tilde{a}_s .
4. Se $\tilde{c}_s = 0$ então:
5. Pare. A solução atual é ótima.
6. Senão:
7. Insira a coluna \tilde{a}_s no PMR (05)-(13) e vá para o Passo 2.
8. Fim do Se.

Costa *et al.* (2010) implementaram este algoritmo de geração de colunas em linguagem de programação C⁺⁺. Por outro lado, o modelo proposto foi resolvido com o auxílio do pacote comercial CPLEX[®].

3.3 MODELOS E *SOFTWARES* DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA NO BRASIL

Nesta seção, apresenta-se o estado da arte do desenvolvimento de modelos para o planejamento da agricultura brasileira. Indicam-se os principais modelos disponíveis na literatura, fatores incorporados, pontos fortes, pontos fracos e oportunidades de melhoria (consideração de novos fatores ou relação entre os fatores utilizados). São pesquisados também alguns modelos que estão disponíveis na forma de *softwares* produzidos e comercializados no Brasil. Ressalta-se que o objetivo primordial do referencial teórico é fundamentar o porquê da proposição de um sistema de planejamento da produção nas UPFs.

Vale mencionar que a ideia de apresentar os modelos (teóricos ou computacionais) que foram desenvolvidos no Brasil é ancorada no pressuposto de que estes apresentam alguns fatores que são considerados relevantes ao tema da tese. Ressalta-se que a maioria destes modelos não tiveram publicação internacional. Entretanto, estes modelos contemplam algumas características peculiares da agricultura brasileira ou dos agricultores familiares.

No Brasil, o artigo de Sugai *et al.* (1983) pode ser considerado como um marco na proposição de modelos para auxiliar a tomada de decisão do produtor rural do país. Para estes autores, a preocupação da administração rural, especialmente como subsídio à tomada de

decisão, constitui-se como um dos principais objetivos da economia agrícola. Apesar do progresso dessas técnicas em países mais desenvolvidos, que possibilitou o atendimento de grandes massas de produtores, no Brasil, no início da década de 1980, ainda não havia sido registradas experiências de aplicação de técnicas semelhantes (SUGAI *et al.*, 1983).

Os estudos apresentados por Sugai *et al.* (1983) possibilitaram o aparecimento de esquemas de assistência aos produtores, pelos quais um proprietário, de posse das características de sua unidade produtiva, obtém, da unidade de processamento de dados, as respostas necessárias à orientação de utilização e combinação de seus recursos. Conhecidos os resultados obtidos do computador, o produtor rural poderá indicar ao consultor suas restrições específicas e, em poucos segundos, obter novo conjunto de respostas para se orientar.

Em 1983, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) solicitou a Sugai *et al.* para adaptar essas técnicas a cenários brasileiros e desenvolver programas de computação eletrônica que possibilitassem a orientação de grandes números de produtores rurais. Estes autores relataram algumas dificuldades na aplicação dos resultados das ciências econômicas agrícolas à massa de produtores. Atualmente, algumas das dificuldades já foram superadas, como por exemplo, tratamento e demora no processamento dos dados. Outras ainda persistem como os tipos de apresentação dos dados. Por outro lado, surgiram muitas outras dificuldades, como a “era da informação”, como gerenciar estas informações para subsidiar a tomada de decisão. Além disso, hoje as variáveis externas têm maior interferência na tomada de decisão do que há 30 anos. Ainda, algumas variáveis que não eram importantes ou até mesmo não existiam tornaram-se relevantes.

3.3.1 Modelo de Sugai et al

Em resposta a solicitação da EMBRAPA, Sugai *et al.* (1983), desenvolveram um método de aplicação da técnica convencional de programação linear na propriedade agrícola. O método, nas palavras dos autores, possibilita: (i) facilitar a obtenção dos dados relevantes à tomada de decisão; (ii) eliminar os cálculos complicados na preparação dos dados para otimização; (iii) utilizar implicitamente a técnica da programação matemática; (iv) apresentar os resultados bastante abrangentes e satisfazer as exigências da administração rural tomando-se a propriedade como um todo, e facilitando sua interpretação por pessoas não especializadas em administração rural; e (v) aumentar a velocidade de processamento do desempenho global da unidade de produção a curto prazo por meio da utilização do computador eletrônico.

O modelo global de planejamento da propriedade agrícola facilita a aplicação dos resultados do planejamento aos produtores rurais, superando a metodologia convencional

utilizada em administração rural, orçamento parcial e programação linear isoladas (McCARL *et al.* 1975 e 1979). Por este modelo, Sugai *et al.* (1983) desenvolveram uma metodologia ancorada no processamento computacional dos dados. O desenvolvimento tornou possível o gerenciamento de culturas anuais (temporárias), da pecuária na dimensão estática e de culturas de hortaliça. O esquema (círculo fechado) de seu funcionamento é ilustrado na Figura 10. O programa (código do *software*) do sistema de Sugai *et al.* (1983) é baseado no trabalho do Dr. Bruce McCarl, desenvolvido na Universidade de Purdue, Lafayette, Indiana, U.S.A.

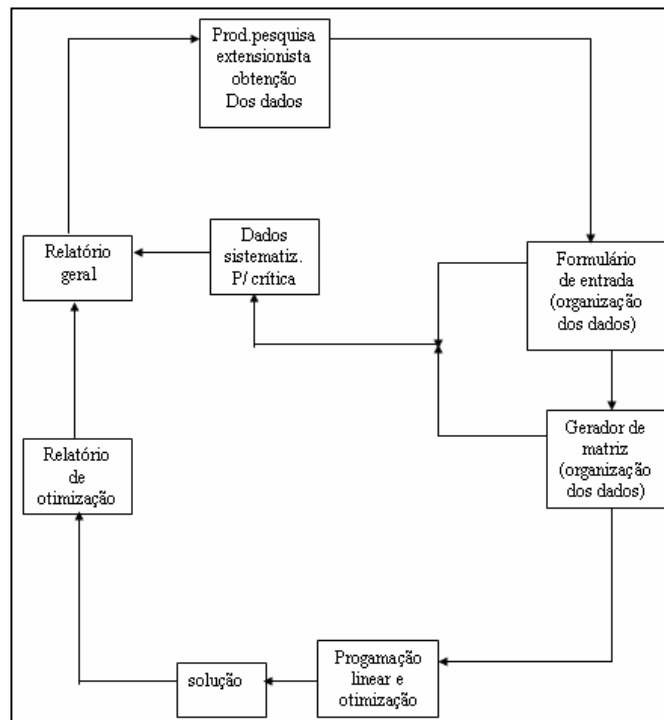


Figura 10 – Sistema Global do Modelo de Sugai et al

Fonte: Sugai *et al.* (1983)

Em suma, o esquema geral do sistema contempla as seguintes etapas: (i) obtenção dos dados por meio do formulário simplificado; (ii) organização dos dados para a otimização; (iii) otimização pela programação linear; (iv) solução da programação linear; e (v) relatórios computacionais dos resultados da otimização e dos dados sistematizados. Neste processo, ocorre uma evolução constante no sistema de administração da propriedade. Desta forma, busca-se a melhora contínua do processo de análise e por consequente do processo produtivo.

Ao que parece, o modelo de Sugai *et al.* (1983) analisa apenas as variáveis dentro da porteira. Na realidade atual de globalização, as variáveis externas – como, preço de mercado, clima, políticas públicas e protecionismo governamentais – desempenham papel tão ou mais importante que as variáveis internas (dentro da porteira ou a montante). Exemplificando, esse modelo não considera a variável clima. Atualmente, com maior eficiência dos modelos

matemáticos de previsão, esta variável deve fazer parte de qualquer modelo de previsão de tomada de decisão. Contudo, o fator clima, em geral, é ignorado na proposição dos modelos de tomada de decisão para a área agrícola.

Uma outra crítica ao modelo proposto por estes autores é a utilização da programação linear, que não permite a incorporação do fator risco, tão presente nas atividades agrícolas. Para contornar essa dificuldade existem outros métodos que permitem incorporar o fator risco, podendo ser citado a Programação Quadrática (BITTENCOURT *et al.*, 1998), o critério de simetria de Hanoch e Levy (1970) e o modelo MOTAD, de Minimização do Desvio Absoluto Total (HOW e HAZELL, 1968).

De acordo com Souza *et al.* (2008), quando aplicado ao planejamento agrícola, o uso do modelo MOTAD permite que o tomador de decisões possa escolher entre um conjunto de combinações de atividades, cada combinação apresentando níveis diferentes de margem bruta esperada com o mínimo de desvio absoluto em relação à média. O MOTAD é um instrumento adequado à gestão de empresas agrícolas e à formulação de políticas (AZEVEDO FILHO e PERES, 1984; FIGUEIREDO *et al.*, 1993; BALVERDE, 1997; ARAÚJO, 1997; BITTENCOURT *et al.*, 1998 *apud* FASIABEN *et al.*, 2003) e Souza *et al.* (2008).

3.3.2 Estudo de Bittencourt et al

No estudo de Bittencourt *et al.* (1998) foram comparados diferentes modelos de pesquisa operacional para a tomada de decisão com a incorporação de riscos. Os modelos aplicados foram: a programação quadrática, o MOTAD (HOW e HAZELL, 1968) e o critério de simetria de Hanoch e Levy (1970). Estes modelos foram aplicados na produção agrícola (algodão, milho e soja), na região norte do Paraná. Os resultados obtidos mostraram que tais modelos servem de instrumentos para auxiliar os empresários agrícolas no processo decisório.

Os fatores considerados no estudo de Bittencourt *et al.* (1998) não contemplam características de cada proprietário/propriedade, rotação de cultura, clima e mercado, por exemplo. Desta forma, todas as propriedades que utilizarem este modelo estarão cultivando as mesmas culturas, concorrendo para menores valores na época da comercialização da produção e favorecendo a monocultura. Assim, tanto este estudo como a maioria dos apresentados pela literatura apresenta deficiência ao considerar variáveis de apenas um dos fatores que tem influência na tomada de decisão do produtor rural.

3.3.3 Estudo de Fasiaben et al

O trabalho de Fasiaben *et al.* (2003) foi conduzido com a finalidade de entender o processo de tomada de decisão, em condições de risco, de dois tipos extremos de sistemas de produção, ambos de natureza familiar, mas com dotações diferentes de recursos produtivos (um minifundista e um grande produtor). Como ferramenta, esses autores utilizaram a programação linear e o MOTAD. Os resultados mostraram que o pequeno produtor apresentou taxa de aversão ao risco menor que a do grande produtor, dada a combinação de atividades de seu sistema atual de produção. Assim, políticas diferenciadas são requeridas para atender à diversidade de situações que compõem o universo da AF, concluem os autores.

3.3.4 Modelo de Lourenzani

Em trabalho recente, Lourenzani (2005) e Lourenzani *et al.* (2008) desenvolveram um modelo dinâmico para a gestão integrada da agricultura familiar (GIAF). Nestes trabalhos, utilizando-se da teoria da Abordagem Sistêmica da Administração e da técnica do *Balanced Scorecard* (KAPLAN e NORTON, 1992), foi elaborado o modelo conceitual denominado *scorecard* sistêmico. Na sequência com a utilização da metodologia de Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics*) e do *software* Powersim[®], foi possível operacionalizar o modelo na forma de um simulador gerencial, disponibilizando-o como uma ferramenta aplicada que realiza a simulação de cenários da produção agrícola.

A integração dos conceitos de *Balanced Scorecard* com a abordagem do Pensamento Sistêmico origina uma nova estrutura – denominada por Lourenzani *et al.* (2008) de *Scorecard* Sistêmico. Segundo esses autores, essa nova estrutura avança na complexidade sistêmica do modelo e na interdependência de suas variáveis. Dessa forma, mantém-se a proposta de comunicação, alinhamento e implementação de estratégias do *Balanced Scorecard*, porém, agora, sob uma orientação sistêmica e um caráter mais dinâmico, como mostra a Figura 11. Na Figura 12 pode ser observado a visão conceitual do simulador GIAF.

O simulador GIAF permite realizar projeções de cenários. Entretanto, este simulador permite visualizar cenários apenas para a produção de alfaces, não permitindo elencar um consórcio de atividades que melhorem a rentabilidade da propriedade. Nestes trabalhos, também, não foram considerados o valor monetário no tempo ao projetar uma propriedade para os próximos 10 anos. Talvez a maior crítica ao simulador GIAF, é a ausência de fatores importantes, como clima e análises químicas e físicas do solo, por exemplo. Salienta-se que muitos destes fatores relevantes são destacados nestes trabalhos, porém não considerados na tomada de decisão auxiliada pelo modelo, justificando-se a exclusão pela dificuldade de

modelá-los. O GIAF, como reconhece Lorenzani (2005), é um ponto de partida na proposição de modelos de auxílio ao aprendizado e à tomada de decisão da produção rural.

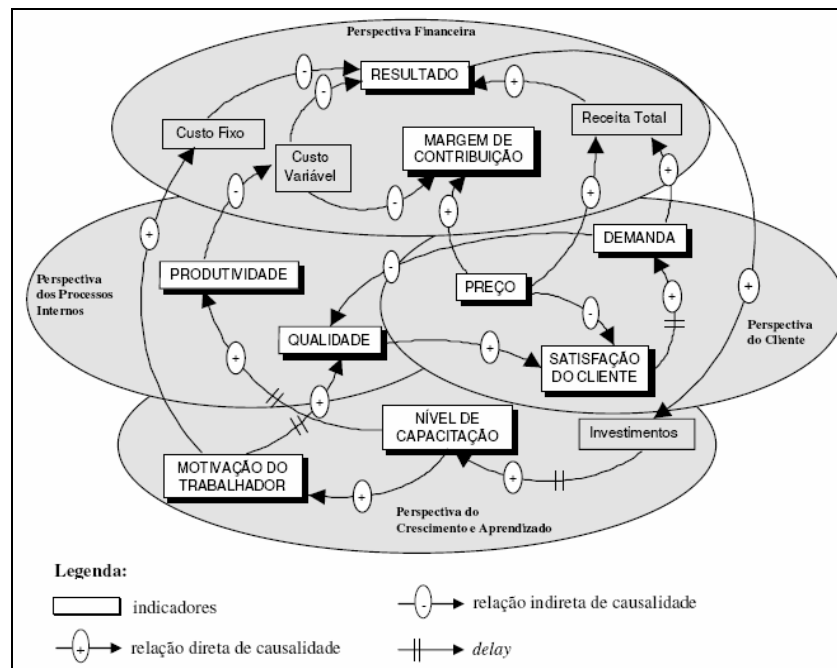


Figura 11 – Estrutura não-linear do mapeamento estratégico

Fonte: Lourenzani *et al.* (2008)

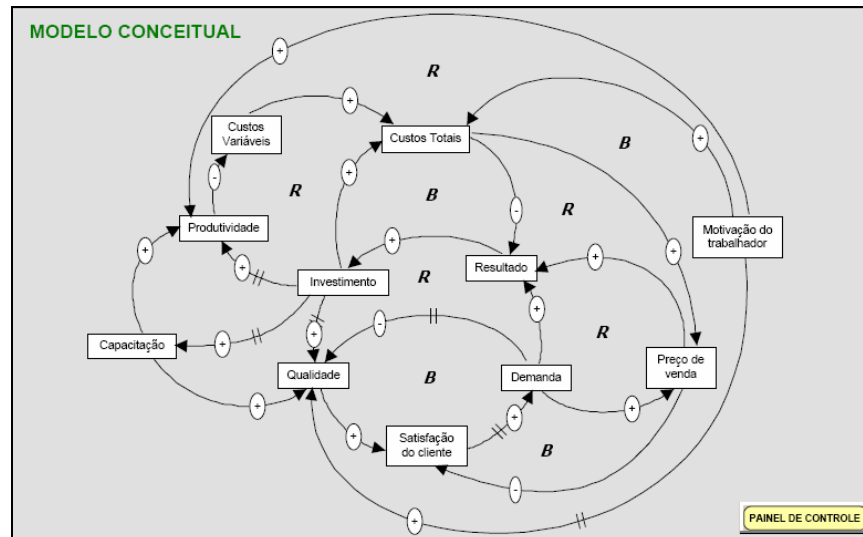


Figura 12 – Modelo conceitual do Simulador GIAF

Fonte: Lourenzani (2005)

Segundo Lourenzani (2005) o modelo GIAF está vinculado a um sistema de produção específico de agricultura familiar de acordo com a amostra adotada na pesquisa – produtores olerícolas do município de São Carlos-SP. O GIAF é um ponto de partida para a geração de modelos que tenham maior flexibilidade para indicar métodos e procedimentos que devem ser considerados na gestão de qualquer sistema de produção. O sistema de produção pode ser uma

unidade familiar com pouca integração com os mercados ou unidades com maior grau de integração em cadeias produtivas (LOURENZANI, 2005).

3.3.5 *Softwares* de Planejamento Agrícola

Nesta subseção apresentam-se as principais ferramentas (*softwares*) disponíveis no mercado, destacando pontos positivos e detectando aspectos em que estas são incompatíveis com as necessidades do produtor rural, principalmente os agricultores familiares. Um estudo mais completo sobre este tema pode ser encontrado em Meira *et al.* (1996) e Embrapa (2007).

Buscando agilizar as estimativas de custos na agropecuária e estimular a sua adoção ao nível da administração rural, o Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em parceria com o Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura (Embrapa Informática Agropecuária) desenvolveram em 1997 o CUSTAGRI[®] - Sistema Integrado de Custos Agropecuários, que é um *software* que permite estimar custos de produção e de mecanização de empresas e organizações de produtores (MARTIN *et al.*, 1997).

O *software* OpenFarm[®] tem por objetivo levar a pequenas e médias propriedades a capacidade de melhor administrar seus negócios, possibilitando um melhor controle do que acontece na sua propriedade, desde a venda da produção até gastos como energia e impostos.

O OCEPAR CAMPO[®] é um programa de computador destinado a auxiliar o produtor rural na gestão de sua propriedade por meio do controle dos custos de produção. Porém, este *software* é destinado exclusivamente a associados de cooperativas do Paraná. Estes podem receber gratuitamente o *software* e treinamento teórico-prático oferecido pela OCEPAR em convênio com as cooperativas filiadas.

O Guia Agrosoft, que disponibiliza um banco de dados sobre *softwares* com aplicação no setor agropecuário, tinha catalogado, em 1999, mais de 160 produtos. Entretanto, Gasques *et al.* (2004) destacam que os produtos existentes são restritos aos aspectos administrativos do empreendimento (armazenamento de dados, orçamentação, planejamento da produção e previsão de colheitas) e de controle da produção (programas de irrigação, monitoramento de safras e balanceamento de rações).

Segundo Lourenzani (2005), tradicionalmente, a questão da gestão na propriedade rural, principalmente de menor porte, é abordada de forma muito compartimentada e específica pelas ferramentas gerenciais disponíveis. O *software* RuralPro 2005[®], desenvolvido

pela Emater/DF, por exemplo, que considera o ambiente da propriedade rural familiar, trata somente da análise econômica e financeira do empreendimento.

O Estudo do Mercado Brasileiro de *Software* para o Agronegócio, realizado em 2007, coordenado pela Embrapa Informática Agropecuária, aponta, em levantamento inicial, que existem no país 114 empresas desenvolvedoras de *software* para utilização no setor agrícola. Já foram identificados mais de 400 produtos desenvolvidos por essas empresas. Por volta de 17% são *softwares* de bases de dados e sistemas de informação; 13% para gerenciamento e controle de rebanhos; e 8% são voltados à gestão administrativa e ao controle agropecuário. Os principais objetivos do estudo foram identificar a oferta e os ofertantes de *software* para este setor; levantar demandas em tecnologia da informação para o setor e difundir a tecnologia disponível aos potenciais usuários (EMBRAPA, 2007).

Além de analisar o mercado de *software* agropecuário nacional, neste estudo, busca-se construir cenários sobre adoção de tecnologias de informação na agricultura e priorizar ações de pesquisas e desenvolvimento nessa área. O mercado de *software* brasileiro também atua nos segmentos de gestão da produção, manejo ambiental, topografia, controle e análise financeira, gerenciamento de culturas específicas, zoneamento climático e econômico, cálculos, processamento e geração de imagens.

Entretanto, existem grandes oportunidades de negócios nesse setor. As principais demandas, apontadas por este estudo, são para sistemas de automação para agricultura de precisão; análise de solo e adubação; controle de sementes; segurança alimentar; integração da cadeia de grãos e até sistemas educacionais para difundir o conhecimento tecnológico aos pequenos produtores.

A gestão do empreendimento rural por meio de ferramentas informatizadas, que compreende a coleta de dados, geração de informações e suporte à tomada de decisões, é insuficientemente tratada na literatura (NANTES e SCARPELLI, 2008).

Recentemente, desenvolveu-se no Brasil um *software* livre denominado de Horta Fácil[®], sendo concebido sob a parceria entre pesquisadores de três instituições de ensino e pesquisa: Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA), Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ) (MALUF *et al*, 2010). Segundo os seus autores, este *software* foi desenvolvido para horticultores e extensionistas com a finalidade de planejar e manejar uma produção de hortaliças pré-programada e contínua ao longo do tempo. Como saída apresenta um calendário de cultivo que indica as tarefas semanais a serem realizadas em cada lote de produção. Entretanto, no Horta Fácil[®] tem-se que informar a data de plantio e a demanda semanal estabelecida para cada espécie. Assim é um

software de execução do planejado e não de tomada de decisão sobre o que produzir, por exemplo. Além disso, não há um módulo de otimização da atividade olerícola.

Os trabalhos encontrados na revisão de literatura sobre a automação da administração rural, referem-se à utilização da informática na análise do desempenho econômico da unidade de produção agrícola e não sobre o planejamento da produção – decidir o que produzir, por exemplo. A partir da pesquisa bibliográfica, constata-se a carência de *softwares* para diagnósticos, gerenciamento, previsibilidade de processos, redução de perdas e custos de produção no agronegócio e de métodos de transferência de tecnologia, por exemplo.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS – OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS

Nesta seção, avalia-se, diante do exposto nas seções anteriores, a existência de lacunas na literatura sobre o desenvolvimento de modelos de planejamento agrícola, principalmente voltados para a produção de produtos perecíveis e mais especificamente destinado a produção olerícola nas unidades de produção familiar (UPFs).

De acordo com Ahumada e Villalobos (2009) existem poucos modelos que tratam de planejamento operacional da produção agrícola. Devido a pequena margem de lucro dos produtores, o eficiente planejamento da produção pode fazer a diferença entre lucro ou prejuízo na atividade. Segundo estes autores a relevância de modelos de planejamento operacional é mais acentuado no caso de cultivo de produtos perecíveis devido ao pequeno intervalo de vida do produto após a colheita. Além disso, analisando o número de artigos publicados concluem que o foco do planejamento agrícola tem sido mais direcionado a produtos não perecíveis. Segundo Detlefsen e Jensen (2007) ainda não existe relato de um sistema de planejamento global para as propriedades agrícolas.

A falta de pesquisa sobre produtos perecíveis é devido ao entendimento de menor importância destas culturas sobre culturas tradicionais tais como soja, milho, trigo e algodão. Entretanto, há uma nova realidade na qual o mercado de produtos frescos é mais dinâmico e rápido do que cultivos tradicionais. A demanda crescente dos consumidores por produtos saudáveis e a regulamentação mais rigorosa na manipulação de produtos frescos criará a necessidade de melhoras na prática de planejamento desta cadeia de suprimentos.

O crescimento da população, a crescente urbanização, as pressões crescentes para a preservação do meio ambiente e da saúde humana, a melhoria na dieta alimentar e a globalização, por exemplo, exigirão da olericultura nacional um re-direcionamento, seja na pesquisa geradora de novas tecnologias ou no planejamento da produção atendida com a demanda. Em um futuro próximo, espera-se um aumento significativo da atividade de

pesquisa na área de planejamento da produção de produtos perecíveis (AHUMADA e VILLALOBOS, 2009).

Existem vários modelos disponíveis na literatura (teóricos e computacionais) propondo a solução de problemas como a sucessão cultural e a rotação de culturas. Para isso, são utilizadas diferentes ferramentas (PL tradicional; PL como problema de transporte; PL com fator de risco, modelo MOTAD, por exemplo), sendo a PL tradicional a mais comum (KLEIN HANEVELD e STEGEMAN, 2005, por exemplo). Outros autores procuram resolver o problema abordando-o como um problema de transporte (DETLEFSEN e JENSEN, 2007). Ainda, outros autores utilizam matriz de transição, com a propriedade de Markov para determinar a sequência de cultivo (CASTELLAZZI *et al.*, 2008).

Por outro lado, na maioria dos sistemas disponíveis (*softwares*) o usuário escolhe a rotação de culturas e o sistema estima a produtividade e os impactos ambientais e econômicos da rotação escolhida. Por exemplo, o ROTAT gera todas as combinações possíveis, respeitando as restrições de ordem agrônomicas impostas. O usuário escolhe a mais conveniente e a coloca em prática.

A maioria dos trabalhos internacionais pesquisados consideram somente um cultivo por ano. Este enfoque retrata a realidade nos EUA e na UE, origem da maioria destes trabalhos. Neste contexto, a diferença de ciclo de cultivo entre as culturas torna-se irrelevante. Assim, há uma evidente falta de modelos aplicados a realidade de produção de grãos na agricultura brasileira. No Brasil, em geral, são realizados entre dois e três cultivos por ano agrícola, o que o distingue da maioria dos países. Isto ocorre devido às condições climáticas mais favoráveis deste país em comparação aos demais. Em geral, os estudos de casos e exemplos disponíveis na literatura são relacionadas ao cultivo de grãos. Assim, para a aplicação destes modelos internacionais à realidade de produção brasileira necessitariam ser realizadas grandes adaptações, exigindo com certeza maiores complexidades dos modelos.

No tocante a olericultura, o estado da arte não revelou a existência de um modelo de planejamento da produção de hortaliças global ou adaptado às realidades das unidades de produção familiar. Uma possível justificativa é devida às particularidades desta atividade (maior número de culturas e ciclos culturais mais curtos, por exemplo).

O modelo proposto por Vilckas e Nantes (2005) auxilia a definir o que produzir, isto é, dentre as opções que se apresenta, escolhe-se somente uma. Entretanto, não determina a *mix* de produção. Além disso, na análise não é contemplada fatores externos a unidade de produção que são intervenientes no processo decisório. Segundo estes autores, como

supramencionado, os fatores externos devem ser ponderados pelo próprio olericultor ou técnico responsável.

Por outro lado, o modelo proposto por Santos *et al.* (2007) permite a solução do problema de rotação de culturas (PRC) em olericultura orgânica. Em suma, para resolver o PRC, este modelo considera um conjunto de 5 restrições: (i) recomendações técnica (época de cultivo e ciclo cultural, por exemplo); (ii) sucessão cultural; (iii) vizinhança de culturas; (iv) adubação verde; e; (v) pousio.

Ainda que se destaque a inovação do trabalho de Santos *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2010), algumas restrições importantes, de ordem local, não foram consideradas: (i) agroecológicas (clima e solo, por exemplo); (ii) mercadológicas (oferta, demanda e preço, por exemplo); (iii) agrotecnológicas (sistemas de produção e irrigação, por exemplo); (vi) preferências do olericultor (conhecimentos e disponibilidades – o que sabe e gosta de cultivar); e (v) restrições de capacidade (recursos humanos, financeiros e hídricos, por exemplo).

O próximo capítulo apresenta as ferramentas que serão utilizadas neste trabalho para auxiliar o processo decisório da produção agrícola. Serão reportados os seguintes temas: engenharia econômica, séries temporais e pesquisa operacional.

4 FERRAMENTAS DE APOIO AO PROCESSO DECISÓRIO

Neste capítulo apresentam-se as ferramentas que viabilizam a proposição do sistema de auxílio ao processo de tomada de decisão nas UPFs. A verificação da viabilidade econômica da produção recomendada será realizada a partir de técnicas da Engenharia Econômica, mais precisamente por meio da Metodologia Multiíndice proposta por Souza e Clemente (2008). Por outro lado, a estimativa dos custos de produção de cada cultura olerácea ocorrerá por meio da metodologia proposta pela EMATER do Distrito Federal (EMATER/DF, 2010). Para realizar a previsão das variáveis ligadas ao fator clima (temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, por exemplo) será utilizada as técnicas de Séries Temporais: algoritmos de suavização exponencial, metodologia de Box-Jenkins, médias semanais do histórico disponível e combinação das duas técnicas mais acuradas (WERNER, 2005; LIMA e COSTA, 2007). Por fim, a composição de combinações ótimas de hortaliças que será recomendada à propriedade para o próximo ano, deverá ocorrer a partir dos resultados fornecidos pela Pesquisa Operacional (PO).

4.1 ENGENHARIA ECONÔMICA

A engenharia econômica objetiva a análise econômica de decisões sobre investimentos e, tem aplicações bastante amplas, pois os investimentos poderão ser de empresas, como de particulares ou de entidades governamentais.

De acordo com Nogueira (2009), os estudos de engenharia econômica requerem o desenvolvimento de procedimentos de análise, conceitualmente corretos, capazes de oferecer aos administradores subsídios para a tomada de decisão. Neste sentido, apresentam-se os principais conceitos e técnicas, utilizados para a análise e a comparação de alternativas de investimentos. É importante destacar que as técnicas utilizadas para a análise de investimentos são as mesmas, qualquer que seja o setor em análise, mesmo na produção rural.

Desta forma, as decisões de investimentos devem ser tomadas com bastante cautela, sendo sempre precedidas por um procedimento de análise que forneça um conjunto de informações aos administradores rurais para que eles tomem a decisão correta.

4.1.1 Conceitos e Princípios da Engenharia Econômica

Os problemas de análise de investimentos, em sua maioria, envolvem decisões de desembolsos de capital a serem realizados no presente que proporcionarão recebimentos em

datas futuras; por exemplo, uma propriedade rural desejando aumentar a produtividade de suas plantações de hortaliças está estudando a viabilidade de introduzir um projeto de irrigação; para isso deverá fazer uma série de investimentos no presente cujos retornos ocorrerão somente nas próximas safras. Esta dinâmica dos investimentos faz com que a avaliação econômica seja realizada tendo como uma das mais importantes variáveis, o tempo.

Para que seja possível lidar com esta variável, é fundamental o conhecimento de uma série de conceitos básicos, destacando-se: (i) juros; (ii) taxas de juros (nominal e efetiva); (iii) valor do dinheiro no tempo; (iv) regimes de capitalização: juros simples e compostos; (v) equivalência entre taxas; (vi) séries de pagamentos uniforme e não uniforme; (vii) sistemas de amortização; (viii) fluxo de caixa; e (ix) inflação, por exemplo (NOGUEIRA, 2009).

Para avaliar um projeto de investimento, além dos aspectos técnicos devem ser considerados os seus aspectos econômicos. Neste contexto, pergunta-se se o investimento é viável. Aplicando corretamente os critérios econômicos é possível estimar quais os investimentos são mais rentáveis, pois, busca-se aplicar o dinheiro de maneira a obter o maior retorno possível (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2007).

Na análise de uma proposta de investimento deve ser considerado o fato de se estar perdendo a oportunidade de auferir retornos pela aplicação do mesmo capital em outras propostas ou projetos. A nova proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2007), deixando de ganhar um rendimento que lhe é oferecido naturalmente pelo sistema financeiro, por meio dos diferentes mecanismos existentes, como por exemplo, empréstimos de prazo fixo e cadernetas de poupança. Isto quer dizer que o investimento do capital tem um custo de oportunidade que não está contabilizado no orçamento de receitas e custos. O custo de oportunidade do capital é um custo financeiro que equivale à perda que o capital investido sofre por estar vinculado à proposta e não poder ser investida em nenhuma outra alternativa oferecida pelo mercado (BUARQUE, 1989).

Os principais indicadores econômicos utilizados na análise de investimentos são: (i) Método do Valor Anual Uniforme Equivalente ou Valor Presente Líquido Anualizado (VAUE ou VPLa); (ii) Método do Valor Presente Líquido (VPL); (iii) Método da Taxa Interna de Retorno (TIR); (iv) Período de Recuperação do Investimento (*Pay-back* corrigido ou ajustado ou descapitalizado); (v) Índice Benefício/Custo (IBC); (vi) Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA); e (vii) Ponto de Fisher como medida de risco (análise de dois ou mais projetos). A finalidade destes indicadores, apresentados na sequência (a exceção do Ponto de

Fisher), é estimar os resultados dos fluxos de caixa. Para maiores detalhes, consultar Buarque (1989), Casarotto Filho e Kopittke (2007) e Souza e Clemente (2008).

4.1.2 Taxa de Mínima Atratividade (TMA)

Um ponto de fundamental importância na análise de investimento é a determinação da taxa de juros a ser utilizada como parâmetro para avaliação econômica (NOGUEIRA, 2009). Para os propósitos do cálculo de rentabilidade de empreendimentos, a remuneração dos títulos de baixo risco (CDBs, RDBs, fundos mútuos e poupança, por exemplo) pode ser utilizada como taxa de desconto (TMA) para o fluxo de caixa projetado. Essa escolha segue as proposições de Casarotto Filho e Kopittke (2007) e de Souza e Clemente (2008), por exemplo. Estes autores propõem que utilize-se como TMA a melhor taxa, com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise. Dessa forma, a rentabilidade obtida considerará como ganho somente o excedente sobre o capital aplicado à TMA. Esse conceito, desde há muito é defendido pelos economistas e denomina-se lucro residual ou ganho adicional (EVA – *Economic Value Added*) (KREUZ *et al.*, 2004).

4.1.3 Indicadores de Viabilidade Econômica

A metodologia proposta por Souza e Clemente (2008), baseada no fluxo de caixa descontado, consiste em gerar um conjunto de indicadores de retorno: VPL (Valor Presente Líquido), VPLa/VAUE (Valor Presente Líquido Anualizado), IBC (Índice Benefício/Custo) e ROIA (Retorno Adicional sobre o Investimento) e, um conjunto de indicadores de risco: TIR (Taxa Interna de Retorno) e *Pay-back* descontado (tempo necessário para a recuperação do investimento) para analisar a viabilidade econômica das atividades do agronegócio em estudo.

O tratamento teórico dos indicadores utilizados, bem como as fórmulas de cálculo estão disponíveis em vários textos, como em Souza e Clemente (2008) e, por essa razão, não serão apresentados. No entanto, conforme adaptações realizadas do trabalho dos autores, os indicadores de retorno utilizados para compor a metodologia proposta, bem como suas interpretação são listadas a seguir.

- **Valor Presente Líquido (VPL):** corresponde à concentração de todos os valores de um fluxo de caixa, descontados para data focal zero (presente) usando-se como taxa de desconto a TMA (taxa de mínima atratividade). Representa, em valores monetários de hoje, a diferença entre os recebimentos e os pagamentos de um projeto de investimento. Se o VPL for positivo significa que a expectativa de que sejam pagos todos os custos

operacionais do projeto; sejam recuperados o investimento inicial e também a parcela que seria auferida se esse capital tivesse sido aplicado à TMA. O VPL expressa o ganho do projeto em relação à TMA para um horizonte igual à duração do projeto. Embora não haja dúvida de que o VPL representa uma estimativa direta do aumento da riqueza gerada por um empreendimento, esse indicador necessita ser trabalhado adicionalmente para expressar essa riqueza em um horizonte de tempo mais convencional, mês, por exemplo.

- **Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa ou VAUE):** tem o mesmo significado do VPL, porém interpretado por período (mês ou ano, por exemplo). É o VPL transformado em uma série de pagamentos anuais equivalentes. Em recurso, é o valor equivalente anual do *superávit* de caixa proporcionado pelo projeto. É um indicador apropriado para comparar projetos com horizontes de planejamento longos ou com diferentes horizontes de planejamento. A vantagem do VPLa em relação ao VPL está na possibilidade de melhor se poder avaliar a magnitude de ganho (alto, médio ou baixo). Em se comparando projetos de investimentos, independente dos ajustes metodológicos que se façam necessários, o VPLa sempre aponta para o projeto que tende a apresentar maior retorno.
- **Índice Benefício/Custo (IBC):** representa, para todo o horizonte de planejamento (N), as expectativas de ganho por unidade de capital investido no projeto em relação ao que se teria auferido se essa unidade de capital tivesse sido aplicada à TMA. O IBC é uma estimativa da rentabilidade total do projeto. A hipótese implícita no cálculo do IBC é de que os recursos liberados ao longo da vida útil do projeto são reinvestidos à TMA. Possuem em comum com o VPL, a característica indesejável de expressar a rentabilidade em relação a todo o horizonte de planejamento do projeto (horizonte não convencional), pois: $IBC = VP(\text{Fluxo de Benefícios}) \div VP(\text{Fluxo de Investimentos})$.
- **Retorno Adicional sobre o Investimento (ROIA):** o ROIA é um ajuste do IBC para um horizonte mais convencional (mês, por exemplo) e, nesse caso, representa a melhor estimativa de rentabilidade anual do projeto além da remuneração propiciada pela TMA. Em termos operacionais é a rentabilidade anual equivalente ao IBC. Pode ser interpretado como o análogo percentual do EVA (Valor Econômico Agregado).

De forma análoga aos indicadores de retorno, os indicadores de risco utilizados para compor a metodologia proposta, conforme adaptações realizadas do trabalho dos autores, bem como suas interpretação são apresentados a seguir.

- **Taxa Interna de Retorno (TIR):** é a taxa que anula o VPL de um fluxo de caixa. A TIR deve ser interpretada como uma medida de risco da decisão. O risco de o projeto

apresentar retorno menor do que a aplicação financeira do capital de investimento à TMA aumenta na medida em que a TMA se aproxima da TIR. Assim, a TIR define um limite para a variação da TMA dentro do qual certo projeto oferece ganho maior do que a simples aplicação à TMA. A distância (ou proximidade) entre a TIR e a TMA pode ser vista como uma medida de segurança (ou risco) do projeto.

- **Tempo para Recuperação do Investimento** (*Pay-back*): representa o tempo necessário para que os benefícios do projeto reponham o valor investido. Pode ser interpretado como uma medida de risco do projeto. Projetos que apresentem *pay-back* menor envolvem um nível de risco mais baixo e vice-versa. Deve ser utilizado com reservas para comparar projetos em diferentes ramos de atividade, pois desconsideram todos os eventos posteriores ao período de recuperação. Projetos, cujos *pay-back* se aproximem do final de sua vida econômica, em geral, apresentam alto grau de risco.

A classificação dos indicadores de viabilidade (retorno ou risco) seguiu a metodologia proposta por Souza e Clemente (2008). Estes autores argumentam que a rentabilidade do projeto é mais bem representada pelo indicador ROIA, que tem a vantagem de expurgar o efeito cruzado da TMA. Argumentam, também, que para fluxos de caixa construídos com o valor médio ou valor mais provável para os custos e receitas, a avaliação do risco deve ser analisada após a geração dos indicadores de retorno (análise de sensibilidade).

Dado que tanto a TMA como a TIR dependem de fatores sistêmicos e conjunturais, é plausível que se interprete as mesmas como variáveis aleatórias (KREUZ *et al.*, 2004). Dessa forma, Souza e Clemente (2008) argumentam que o risco financeiro de um projeto de investimento (probabilidade de se ganhar mais aplicando na TMA do que no projeto de investimento) pode ser medido pela probabilidade da TIR ser menor do que a TMA quando as distribuições de probabilidade das mesmas forem conhecidas. Contudo, mesmo não se conhecendo as distribuições de probabilidades, pode-se interpretar à proximidade da TIR em relação a TMA como uma medida de risco (KREUZ *et al.*, 2004). Por essa razão a TIR, ao contrário da metodologia tradicional de análise de investimentos, neste trabalho está classificada como indicador de risco.

Na metodologia de Souza e Clemente (2008) também o *pay-back* é interpretado como um indicador de risco. Ao relacionar o *pay-back* com a vida útil do projeto (N) melhora-se a percepção do risco quanto à recuperação do capital investido (KREUZ *et al.*, 2004). Além do exposto, após a determinação dos indicadores de risco e retorno é necessário proceder a análise gráfica do espectro de validade da decisão, para isto simula-se variação na taxa de desconto. Neste sentido, para fluxos de caixa convencionais, quando o VPL acumulado

sucessivamente do tempo “0” até o tempo “N” muda de sinal somente uma vez, o VPL apresenta-se como função monótona decrescente da taxa de descapitalização. Ressalta-se que a TIR, por definição, é a taxa em que o VPL se iguala a zero. A Figura 13 ilustra o comportamento do VPL em função da taxa de desconto.

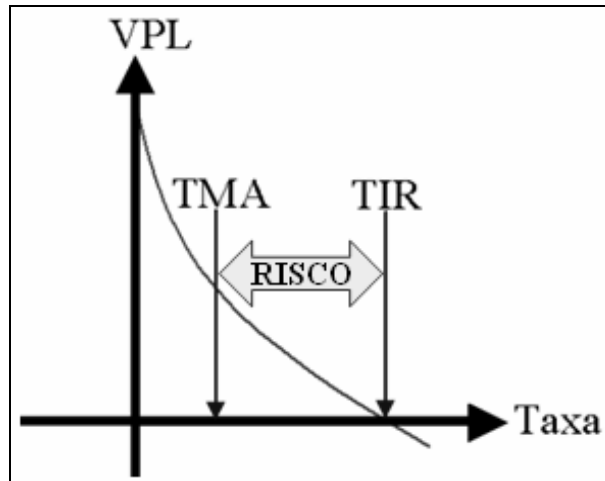


Figura 13 – Espectro de validade da decisão

Fonte: Elaborada pelo autor

4.1.4 Metodologia Multiíndice de Análise de Viabilidade Econômica

A Metodologia Multiíndice, desenvolvida por Souza e Clemente (2008), procura embasar o processo decisório quanto à aceitação ou rejeição de certo projeto de investimento por meio da utilização de vários indicadores. O tratamento conjunto de vários indicadores resulta em informações mais consistentes do que a utilização isolada de qualquer um deles ou de um subconjunto deles e se caracteriza pelo aprofundamento da avaliação do risco e seu confronto com a expectativa de retorno.

Essa metodologia utiliza dois grupos de indicadores. O primeiro grupo – composto pelos indicadores VP, VPL, VPLa, IBC e ROIA – é utilizado para avaliar a percepção de retorno. O segundo grupo – composto pelos indicadores TIR, *Pay-back*, TMA/TIR, *Pay-back/N*, por exemplo. A essência da Metodologia Multiíndice consiste em: (i) não incorporar o prêmio pelo risco como um *spread* sobre a TMA; (ii) expressar a rentabilidade do projeto por meio do ROIA como um retorno adicional além do que seria auferido pela aplicação do capital em títulos de baixo risco; e (iv) confrontar os ganhos esperados com a percepção dos riscos de cada projeto (SOUZA e CLEMENTE, 2008).

O indicador de risco TMA/TIR representa a razão entre a taxa de mínima atratividade e a taxa interna de retorno do investimento. Por outro lado, o indicador *Pay-back/N* retrata a razão entre o tempo de retorno do capital investido e o ciclo de vida do projeto de

investimento (SOUZA e CLEMENTE, 2008). Para ambos indicadores, quanto menor for o valor obtido, melhores condições se apresentam para o projeto em análise.

Assim, seguindo a Metodologia Multiíndice, para avaliar o risco percebido do projeto, podem ser utilizados os indicadores de risco: (i) índice TMA/TIR como *proxy* da probabilidade de obter retorno maior em aplicações financeiras de baixo risco do que no projeto; e (ii) índice *Pay-back/N* como *proxy* da probabilidade de não recuperação do capital investido. A questão remanescente é avaliar se a estimativa de retorno do projeto, medido pelo ROIA, é suficientemente atrativa para compensar o risco percebido. A Figura 14 apresenta o confronto da relação retorno *versus* risco percebido, para um exemplo hipotético.




Indicadores	Baixo	B/M	MÉDIO	M/A	Alto
	0 a 0,2	0,2 a 0,4	0,4 a 0,6	0,6 a 0,8	0,8 a 1,0
ROIA					
Índice TMA / TIR					
Índice Pay-back / N					

Figura 14 – Confronto retorno *versus* risco percebido, exemplo hipotético

Fonte: Adaptado de Souza e Clemente (2008)

Como os Indicadores de Risco situam-se todos à direita do Indicador de Retorno (ROIA), depreende-se que a relação retorno *versus* risco está desbalanceada, pois, há baixo retorno para o nível de risco percebido, considerado médio ou médio/alto. Na maioria dos empreendimentos agrícolas a relação – risco *versus* retorno – é similar a este exemplo.

4.2 SÉRIES TEMPORAIS

Esta seção apresenta os modelos de previsão por séries temporais a serem que serão utilizados na etapa de previsões de variáveis agroclimáticas de interesse no estudo. Diferentes estratégias são consideradas e avaliadas comparativamente. O enfoque mais simples envolve a utilização de médias do histórico disponível e de algoritmos de suavização exponencial. Também será considerada a metodologia de Box-Jenkins. A análise desenvolvida aqui, todavia, não se restringe a estas duas estratégias de previsão, comumente utilizadas em aplicações práticas. A terceira estratégia de previsão baseia-se na ideia de combinação de previsões provenientes de diferentes metodologias, explorando assim o que cada uma tem de melhor a oferecer. De fato, os resultados encontrados na literatura sugerem que esta é a estratégia mais eficaz (BARNARD, 1963; REID, 1969; NEWBOLD e GRANGER, 1974; GRANGER e NEWBOLD, 1986; CLEMEN, 1989; NEWBOLD e BOS, 1994; CORDEIRO e CRIBARI-NETO, 2004; e LIMA e COSTA, 2007).

4.2.1 Princípios e Conceitos

As técnicas de análise de séries temporais vêm sendo utilizadas com frequência em várias áreas de pesquisa, tais como: ciências sociais e políticas, economia, sociologia, história, psicologia e meio ambiente, nas quais as observações estão geralmente associadas ao tempo e seus métodos evidenciam as características dinâmicas dos fenômenos (SÁFADI, 2004).

Uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo (MORETTIN e TOLOI, 2006). De forma análoga, para Han e Kamber (2001), uma série temporal consiste de uma sequência de valores mensurados em iguais intervalos de tempo. Um dos principais objetivos das séries temporais é realizar previsões futuras baseando-se no comportamento passado dos dados.

Desta forma, uma série temporal é uma coleção de observações feitas de forma sequencial e sistemática ao longo do tempo. A característica mais importante deste tipo de dados é que as observações vizinhas são dependentes e há interesse em analisar e modelar esta dependência. Enquanto em modelos de regressão, por exemplo, a ordem das observações é irrelevante para a análise, em séries temporais a ordem dos dados é crucial (EHLERS, 2007).

Os principais componentes de uma série temporal são: tendência (componente dominante de uma série temporal, segundo o qual esta se desenvolve em um longo intervalo de tempo); variações cíclicas (oscilações de longo prazo que podem ocorrer em torno de uma linha de tendência); variações sazonais (referem-se a movimentos similares, que uma série temporal obedece durante os mesmos períodos de tempo) e o componente aleatório (erro).

Em função de restrições de escopo e espaço, não serão discutidas as propriedades, vantagens e desvantagens dos modelos de séries temporais utilizados, mas apresentados os pontos relevantes à sua aplicação (modelos matemáticos e parâmetros, por exemplo). Para maiores detalhes sugere-se Morettin e Toloí (2006).

4.2.2 Modelos de Suavização Exponencial

De acordo com Cordeiro e Cribari-Neto (2004), quando o interesse principal recai na previsão de valores futuros de uma série sem a preocupação da formalização de um modelo, pode-se utilizar uma abordagem bastante difundida chamada de suavização exponencial.

Nos modelos de suavização exponencial, as observações mais recentes na série temporal recebem maior importância na estruturação do modelo. Os modelos de suavização exponencial são muito populares pela sua simplicidade, facilidade de implementação computacional e sua razoável precisão.

Os principais modelos de suavização exponencial, destacados por Morettin e Tolo (2006) são: (i) métodos adequados a séries localmente constantes (médias móveis simples e suavização exponencial simples); (ii) métodos adequados para séries que apresentam tendência (suavização exponencial de Holt); e (iii) métodos adequados a séries sazonais (suavização exponencial de Holt-Winter). Neste mesmo sentido, segundo Makridakis *et al.* (1998), para analisar séries que apresentam tendência, pode-se utilizar a modelagem biparamétrica de Holt, além dos algoritmos de Brown: linear e quadrático; já para séries que apresentam sazonalidade é indicado o modelo de suavização exponencial de Holt-Winters.

O Método de Holt-Winters é uma técnica determinística de previsão, a qual não exige qualquer manipulação dos dados originais para que, por exemplo, respeitem uma distribuição normal e/ou estacionário ou não. Portanto, sua aplicação resume-se apenas a utilização de suas fórmulas clássicas para que as previsões sejam geradas (SOUZA *et al.*, 2005). Esse modelo é adequado a séries que, além do nível e tendência, apresentam um componente sazonal, isto é, associado a um fenômeno que apresenta periodicidade (OLIVEIRA, 2002).

As séries sazonais, em sua maioria, são compostas de um componente de nível μ_t , um componente de tendência T_t , um componente de sazonalidade S_t e um componente aleatório a_t com média zero e variância constante σ^2 . Portanto, têm-se as expressões: (22) para o modelo aditivo; e (23) para o modelo multiplicativo:

$$Z_t = \mu_t + S_t + T_t + a_t \quad (22)$$

ou

$$Z_t = \mu_t \cdot S_t + T_t + a_t \quad (23)$$

para $t = 1, 2, \dots, n$.

Assim, com período sazonal s , o fator sazonal S_t pode ser aditivo ou multiplicativo, sendo este último o mais usual segundo Morettin e Tolo (2006). Desta forma, a variante mais usual do método de Holt-Winters considera o fator sazonal S_t como sendo multiplicativo, enquanto a tendência permanece aditiva (expressão 23) e por isto será detalhada na sequência.

De acordo com Morettin e Tolo (2006, p. 101), as três equações de suavização são dadas pelas expressões (24), (25) e (26):

$$S_t = D \left(\frac{Z_t}{Z_{t-s}} \right) + (1-D) \cdot S_{t-s}, \quad 0 < D < 1, t = s+1, \dots, n \quad (24)$$

$$\bar{Z}_t = A \left(\frac{Z_t}{F_{t-s}} \right) + (1-A) \cdot (\bar{Z}_{t-1} + T_{t-1}), \quad 0 < A < 1, t = s+1, \dots, n \quad (25)$$

$$T_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)T_{t-1}, \quad 0 < C < 1, t = s+1, \dots, n \quad (26)$$

e representam estimativas do fator sazonal, do nível e da tendência, respectivamente. A, C e D são as constantes de suavização. A determinação destas constantes é realizada de modo a tornar mínima a soma dos quadrados dos erros de ajustamento (MORETTIN E TOLOI, 2006). Maiores detalhes sobre este modelo podem ser encontrados em Hamilton (1994), Makridakis *et al.* (1998) e Morettin e ToloI (2006).

4.2.3 Metodologia de Box-Jenkins

Box e Jenkins (1976) popularizaram um método iterativo de construção de modelos para previsão conhecido como metodologia Box-Jenkins, que consiste basicamente, em encontrar um bom modelo estocástico linear na classe ARIMA (p, d, q) para séries sem sazonalidade e na classe SARIMA $(p, d, q) (P, D, Q)$ para dados sazonais. A metodologia de modelagem é composta de cinco estágios, a saber: (i) seleção de uma classe de modelos adequada; (ii) identificação do modelo; (iii) estimação dos parâmetros do modelo; (iv) verificação da adequação do modelo; e (iv) utilização do modelo para geração de previsões. As etapas (ii), (iii) e (iv) são realizadas de forma iterativa na busca de um modelo adequado (CORDEIRO e CRIBARI-NETO, 2004).

De acordo com Sáfadi (2004), na utilização dos modelos de Box-Jenkins, é necessário que a série seja estacionária, isto é, não apresente tendências ou alterações na média ou na variação da série. Para verificar a presença desses fatores, é necessário aplicar alguns testes apropriados. Em geral, o teste proposto para analisar o efeito da tendência é o de Cox-Stuart, conhecido como teste da tendência ou do sinal (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Muitas séries temporais contém um componente periódico sazonal que se repete a cada s observações. Box e Jenkins (1970) generalizaram o modelo ARIMA para trabalhar com sazonalidade e definiram um modelo ARIMA sazonal multiplicativo, denominado SARIMA (EHLERS, 2007). Segundo Cordeiro e Cribari-Neto (2004), o modelo SARIMA de ordem $(p, d, q) \times (P, D, Q)_s$, utilizado para a representação de uma série temporal Z_t , pode ser expresso por (27):

$$\begin{aligned} (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)(1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_P B^{Ps})(1 - B)^d (1 - B^s)^D Z_t = \\ = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)(1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) \varepsilon_t \end{aligned} \quad (27)$$

onde ϕ , θ , Φ e Θ são vetores de parâmetros auto-regressivos, de médias móveis, sazonais auto-regressivos e sazonais de médias móveis, respectivamente. Além disso, d e D são as ordens de integração e de integração sazonal, respectivamente, sendo s o período de

sazonalidade, e B é o operador de defasagem. Já ε_t é um ruído branco – uma sequência de variáveis aleatórias não-correlacionadas, com média zero e variância constante. Ressalta-se que os modelos ARMA e ARIMA, podem ser obtidos como casos particulares do modelo expresso em (27) (CORDEIRO e CRIBARI-NETO, 2004).

Uma forma de identificar o modelo é por meio da minimização de um critério de escolha de modelos, como o AIC (*Akaike Information Criterion*) ou o BIC (*Bayesian Information Criterion*). As propriedades destes critérios em amostras finitas podem ser encontradas em Mills e Prasad (1992). Maiores detalhes sobre este modelo podem ser encontrados em Makridakis *et al.* (1998) e Morettin e Tolo (2006).

4.2.4 Combinação de previsões

A prática usual é, dadas duas ou três previsões do mesmo evento, determinar a melhor delas por meio de alguma medida de acurácia. A melhor previsão é, então, aproveitada, e as outras, descartadas. No descarte de previsões classificadas como inferiores, muitas vezes alguma informação útil é perdida. Logo, ao invés de escolher uma única técnica de previsão, parece razoável considerar as informações provenientes de várias técnicas e combiná-las.

A combinação é uma abordagem atraente para realizar previsões, visto que, ao invés de tentar determinar a melhor técnica, formula-se o problema questionando quais técnicas poderiam ajudar na melhoria da acurácia. Como as previsões podem ser afetadas por diversos fatores, cada técnica pode contribuir capturando algum tipo de informação que influencia esses fatores. Assim, métodos têm sido desenvolvidos para encontrar a melhor combinação de previsões (CLEMEN, 1989 e WERNER, 2005).

Reid (1969), Newbold e Granger (1974), Granger e Newbold (1986), Newbold e Bos (1994) e Cordeiro e Cribari-Neto (2004), por exemplo, argumentam que previsões podem ser melhoradas por meio da combinação de previsões obtidas por mais de uma técnica. Para Cordeiro e Cribari-Neto (2004), a possível melhoria da qualidade da previsão pode ser explicada devido ao fato de cada previsão individual poder conter informações relevantes que talvez estejam ausentes nas outras previsões. Assim, a combinação de previsões busca colher, de cada previsão em separado, sua parcela mais representativa para compor uma nova previsão potencialmente de caráter superior. A forma mais usual de geração de uma previsão combinada, $\hat{Z}_{c,t}$ é por meio do cálculo de uma média ponderada das previsões individuais. Neste estudo, utiliza-se um caso especial, que é a combinação de somente duas previsões fazendo, como na expressão (28):

$$\hat{Z}_{c,t} = w_1 \cdot \hat{Z}_{1,t} + w_2 \cdot \hat{Z}_{2,t} \quad \text{ou} \quad \hat{Z}_{c,t} = w_1 \cdot \hat{Z}_{1,t} + (1 - w_1) \cdot \hat{Z}_{2,t} \quad (28)$$

onde $\hat{Z}_{1,t}$ e $\hat{Z}_{2,t}$ são as duas previsões alternativas, w_1 e w_2 são os pesos empregados assumindo valores entre 0 e 1 e $w_1 + w_2 = 1$. De forma análoga, faz-se a extensão para mais de dois métodos de previsão.

Dadas duas previsões individuais $\hat{Z}_{1,t}$ e $\hat{Z}_{2,t}$ para o valor desconhecido Z_t obtidas por meio de dois métodos diferentes de previsão, a maneira mais simples de se fazer combinação de previsões é por meio da média aritmética simples, ou seja, com pesos iguais, conforme é expresso em (29):

$$\hat{Z}_{c,t} = \frac{\hat{Z}_{1,t} + \hat{Z}_{2,t}}{2} \quad (29)$$

Cordeiro e Cribari-Neto (2004) e Souza *et al.* (2005), constataram, empiricamente, melhorias em previsões utilizando a expressão anterior para combinar previsões oriundas de modelagem Box-Jenkins com previsões provenientes de suavizações exponenciais. Outras formas de combinação de previsões podem ser encontradas no Apêndice A.

A próxima subseção busca retomar pontos fundamentais de uma ferramenta de otimização: a Pesquisa Operacional (PO). Neste sentido, será abordado as potencialidades, a forma de atuação e a técnica de PO: programação matemática (programação linear – PL). O objetivo é apresentar métodos e conceitos relacionados à PO, como uma ferramenta de apoio da tomada de decisão relacionada ao processo produtivo da produção AF, procurando a melhor solução entre as obtidas durante o processo de otimização.

4.3 PESQUISA OPERACIONAL

No desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle da produção, abordam-se duas questões principais. A primeira, de caráter sistêmico, envolve a determinação das estruturas de informações e processamento adequadas aos diferentes tipos de empreendimentos. A segunda, que tem sua origem na pesquisa operacional, propõe, para cada elemento dessa estrutura, modelos e fórmulas que sistematizam, tanto quanto possível, os procedimentos decisórios. Essas duas abordagens são complementares e integradas.

Ao propor o desenvolvimento de planejamento para o empreendimento rural, deve-se considerar que, nesse tipo de sistema de produção, além de haver um número mais significativo de variáveis aleatórias, há ainda menos informações prontamente disponíveis e que nem sempre espelham de fato a realidade (SCARPELLI, 2008).

Existe uma estreita relação entre a PO e a Teoria das Decisões. Na verdade, a PO é um campo de análise de decisão (ANDRADE, 2009). As principais técnicas da PO são: PL, PLI, PLIM, simulação, análise de risco e teoria dos jogos, por exemplo. Entretanto, existe unanimidade na literatura de que a PL é a técnica de PO mais utilizada na prática.

Para Costa e Torres (2009), entre as várias categorias de problemas de PO existentes, destacam-se as seguintes: (i) problema de alocação: melhor maneira de alocar tarefas aos recursos disponíveis; (ii) problema de estoques: melhor dimensionamento e controle dos estoques; (iii) *scheduling*: melhor programação dos trabalhos que competem por recursos comuns; (iv) roteamento: caminhos que racionalizem as tarefas de distribuição de bens e serviços; (v) filas: “minimizar” tempos de espera nos setores produtivos ou nas estações prestadoras de serviço; (vi) substituição: melhores opções de substituição ou manutenção de equipamentos; e (vii) corte e empacotamento: melhor aproveitamento de áreas e volumes.

A utilização da PO na promoção da eficiência e eficácia organizacional em todos os níveis de gestão é uma realidade tornada viável pelo avanço do computador (GOLDBARG, 2000). O desenvolvimento de novas técnicas, o avanço na informática (tanto do *hardware* quanto do *software*) e o interesse empresarial com as novas ferramentas de apoio à tomada de decisão têm feito crescer de forma significativa a utilização da PO. Se, no setor secundário, a atuação da PO já ocorre desde os anos 40, tem sido cada vez maior a procura por PO nos setores primário e terciário da economia. Somando-se a isso a facilidade atual de aquisição de equipamentos computacionais, de baixo custo e alto desempenho, é possível visualizar um futuro ainda mais promissor para a PO (COSTA, 2001; COSTA e TORRES, 2009).

De acordo com Andrade (2009), no enfoque clássico (ou tradicional – deriva do conceito quantitativo), a PO é definida como a arte de aplicar técnicas de modelagem a problemas de tomada de decisão, e resolver os modelos identificados por meio de métodos matemáticos e estatísticos visando à obtenção de uma solução ótima, sob uma abordagem sistêmica (Figura 15). Por outro lado, o enfoque atual (gerencial) apresenta uma outra visão que decorre de um conceito qualitativo da PO (Figura 16). Por este enfoque, utiliza-se de modelos para a identificação do problema certo e avaliação da decisão. Segundo este autor, o esforço despendido para a modelagem de um problema leva a uma compreensão mais profunda do próprio problema, identificando melhor seus elementos internos, suas interações com o ambiente externo, as informações necessárias e os resultados alcançáveis.

Dependendo da técnica de PO utilizada, é necessário desenvolver um modelo específico que atenda às exigências dessa técnica. Por exemplo: a Programação Linear (PL) exige que seja construído um modelo matemático (composto de símbolos), estático

(representa uma situação em certo instante de tempo) e determinístico (não utiliza valores aleatórios) (COSTA, 2001; COSTA e TORRES, 2009).

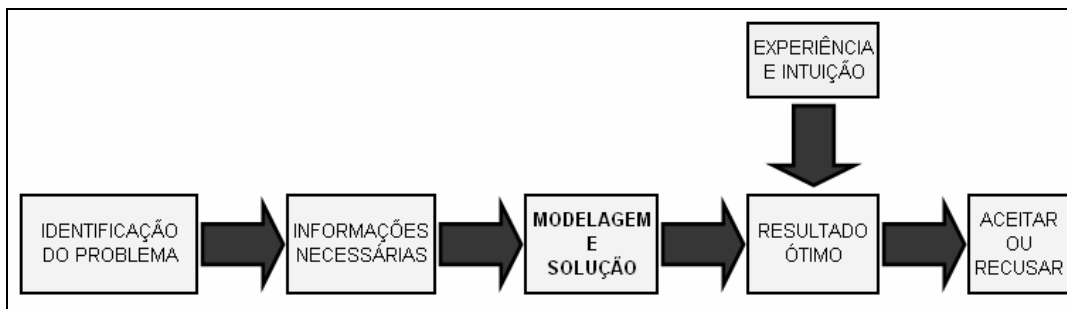


Figura 15 – Abordagem clássica de problemas de Pesquisa Operacional

Fonte: Adaptado de Andrade (2009)

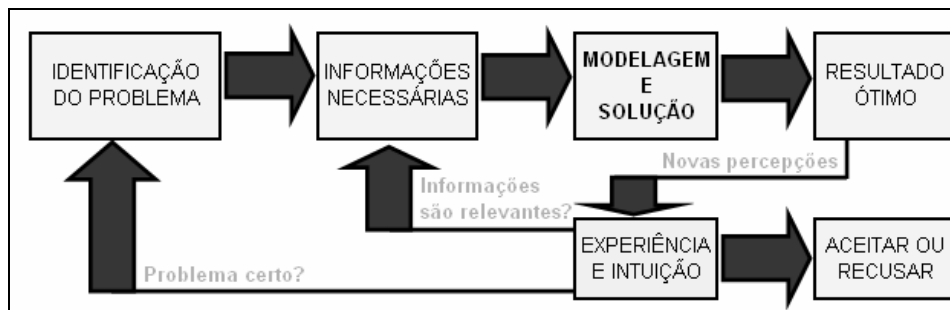


Figura 16 – Abordagem gerencial de problemas de Pesquisa Operacional

Fonte: Adaptado de Andrade (2009)

Entretanto, segundo Ravidran *et al.* (1987), Costa (2001) e Costa e Torres (2009), os modelos de PO não podem substituir os tomadores de decisões. Segundo estes autores, um falso conceito é a ideia de que a PO fornece a “solução ótima”, livre da subjetividade e erros humanos. Implícito a essa noção está o conceito de que tomar decisões pode ser uma ação automática, dependendo somente de que as considerações apropriadas tenham sido predefinidas. Modelos de PO auxiliam os tomadores de decisões, permitindo a escolha das melhores decisões. Pode-se afirmar que os modelos tornam mais fácil o trabalho do decisor, e nada mais do que isso (COSTA e TORRES, 2009). Porém, cabe ressaltar que nem todos os problemas do mundo real podem ser tratados pela PO.

De acordo com Hoffmann *et al.* (1992), o método de planejamento por Programação Linear (PL) é um instrumento bastante útil na programação da produção agropecuária. Segundo estes autores a grande vantagem desse método é encontrar um caminho que permite maximizar ou minimizar determinado objetivo, conforme se trabalhe, por exemplo, com receitas ou custos, respectivamente.

A PL é uma das mais importantes e a mais utilizada técnica de PO (ZIONTS, 1974, CAIXETA-FILHO *et al.*, 2002 e ARENALES *et al.*, 2007). A PL é um método de otimização

condicionada. Toda a fundamentação teórica e algumas aplicações da PL podem ser encontradas em Zions (1974), Strang (1980), Murty (1985), Puccini e Pizzolato (1990), Andrade (2009), Prado (2007) e Arenales *et al.* (2007).

O modelo matemático básico de um problema de PL consiste em obter um vetor, como na expressão (30):

$$x^* = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n) \quad (30)$$

onde x_j é o nível ou volume da atividade j e de modo a otimizar uma função linear como na expressão (31):

$$Z = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_j \cdot x_j + \dots + c_n \cdot x_n \quad (31)$$

onde Z é a medida de desempenho do sistema; c_j é a contribuição unitária da atividade j para o desempenho do sistema e estando sujeita a m restrições lineares do tipo dadas pelas equações apresentadas em (32):

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq, = \text{ou} \geq b_1 \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2n} \cdot x_n \leq, = \text{ou} \geq b_2 \\ \dots \\ a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \dots + a_{mn} \cdot x_n \leq, = \text{ou} \geq b_m \end{cases} \quad (32)$$

considerando a_{ij} , a quantidade do recurso i utilizado por unidade da atividade j ; b_i , o montante do recurso i disponível e $x_j \geq 0$ para qualquer j .

Segundo Souza e Clemente (2007), a PL se aplica à seguinte situação: o desempenho do sistema depende dos níveis das atividades j ($j = 1, 2, \dots, n$) na proporção das suas contribuições unitárias c_j ($j = 1, 2, \dots, n$); as atividades disputam m tipos de recursos escassos b_i ($i = 1, 2, \dots, m$) segundo os requisitos unitários a_{ij} . O objetivo da análise matemática é determinar, para cada atividade, o nível x_j que otimizará o desempenho do sistema sem violar nenhuma das restrições.

De acordo com Costa e Torres (2009), a grande maioria dos problemas de PL estão associados ao uso ou alocação de recursos escassos (mão de obra, materiais, equipamentos e capital, por exemplo), buscando minimizar os custos envolvidos ou maximizar o retorno de capital. Para atingir esse objetivo, é necessário dispor de um conjunto de alternativas de ação e de um método que avalie todas essas alternativas e escolha aquela que fornece o resultado ótimo global. Os dois principais métodos para tratar essa questão são: o Método dos Pontos Interiores e o Método Simplex (mais tradicional e conhecido).

O método clássico para a solução de problemas de PL é o algoritmo Simplex, desenvolvido por George B. Dantzig em 1947. Esse método é iterativo e convergente, e consiste em pesquisar os vértices do poliedro convexo, delimitado pelas restrições do sistema. O método assegura que a cada iteração o desempenho do sistema não se torna pior. Após um número finito de iterações, o algoritmo encontra a solução ótima ou detecta a inexistência de solução. A importância da PL, como ferramenta de análise de problemas empresariais cresceu a partir do desenvolvimento da Teoria da Dualidade, também em 1947, por J. Von Neumann.

Para Costa e Torres (2009), a PL possui algumas características bastante peculiares, a saber: (i) as variáveis envolvidas são não negativas; (ii) o objetivo do problema pode ser descrito por uma função linear das variáveis. Essa função normalmente é chamada de Função Objetivo (FO); (iii) as restrições envolvidas no problema são expressas em um conjunto de equações (ou inequações) lineares. Esse conjunto é denominado conjunto das restrições; (iv) o processo de solução é iterativo; portanto, mesmo para problemas de pequeno porte, é necessária a utilização de um computador; e (v) as técnicas de solução são eficientes, pois, fornecem o resultado ótimo.

A construção de um modelo de PL envolve, basicamente, os seguintes passos: (i) identificar as variáveis do problema e representá-las simbolicamente; (ii) identificar todas as restrições do problema e expressá-las como equações ou inequações lineares; e (iii) identificar o objetivo do trabalho e representá-lo como uma função linear das variáveis de decisão. Essa função é de minimização ou maximização.

As soluções de um problema de PL pertencem ao conjunto dos números reais. Caso o problema a ser tratado necessite de soluções inteiras, será preciso trabalhar com a Programação Linear Inteira (PLI), que fornece soluções ótimas inteiras (PLI) ou mistas (inteiras e reais) (PLIM), se for o caso. Assim, a PLI é uma variação da PL, que também é adequada para solução de problemas que envolvam programação mista (estrutura linear com características inteiras e não-inteiras), e particularmente para problemas que envolvam escolhas que possam ser representadas por variáveis binárias do tipo zero - um. Uma referência para obter mais detalhes sobre PLI e PLIM é Arenales *et al.* (2007).

No planejamento da produção, decide-se o que vai produzir e na programação da produção decide-se como e em que ordem deve-se produzir. Um bom plano de produção deve: (i) atender as demandas sem atraso; (ii) respeitar a capacidade de recursos disponíveis; e (iii) minimizar os custos de produção. Os problemas de produção (planejamento e programação) podem ser enquadrados em três níveis: (i) estratégico: ligado a decisões de longo prazo e que, em geral, demandam altos investimentos. Por exemplo, um olericultor

analisa a possibilidade de mudança no sistema de produção, passando do cultivo a campo para o cultivo protegido (estufas) ou a perfuração de um poço artesiano para melhorar a quantidade e o deslocamento da água utilizada para irrigação; (ii) tático: ligado ao planejamento agregado da produção (mão de obra, hora extra, contratação e horas de produção, por exemplo), planejamento das quantidades produzidas e planejamento das atividades; e (iii) operacional: controla as atividades diárias das ordens de produção do nível tático.

Segundo Arenales *et al.* (2007), esses problemas (dimensionamento de lotes – planejamento dinâmico) são da classe de otimização discreta (programação linear inteira), pois surgem decisões do tipo produzir ou não um item do tipo i no período t , as quais são modeladas por variáveis que assumem somente dois valores: 0 ou 1. Em olericultura, a definição das variáveis de decisão como sendo a área a ser cultivada para cada cultura a partir da utilização da PL tradicional é interessante quando se deseja tomar a decisão sobre o que produzir para aquele momento ou quando o objetivo é a máxima utilidade da área disponível. Porém, quando o objetivo é a alocação de atividades ao longo do tempo, Santos *et al.* (2007) e Santos (2009), recomendam modelos de programação linear 0–1.

Para Caixeta-Filho (2004) um problema passível de solução por programação inteira deve apresentar as seguintes características: (i) função objetivo linear; (ii) restrições lineares; (iii) variáveis positivas; e (iv) algumas (ou todas) variáveis inteiras. Neste caso, o método *branch-and-bound* (algoritmo de bifurcação e limite) é o método mais disseminado para resolver problemas de programação inteira (CAIXETA-FILHO, 2004; ARENALES *et al.*, 2007). Segundo estes autores, este método faz uso da programação linear para determinar a solução ótima inteira. Assim, quanto menor o conjunto de soluções factíveis da programação linear, menor é o esforço computacional para determinar a solução ótima inteira.

Um modelo de otimização inteira (PLI), em geral, é bem mais difícil, de se resolver do que um modelo de otimização linear (ARENALES *et al.*, 2007). Esse método é amplamente divulgado na literatura e, por trabalhar com inversões de matrizes, demanda fortemente a utilização de recursos computacionais (CAIXETA-FILHO, 2004). Assim, os modelos de otimização linear (PLI) apóiam o processo de tomada de decisões. Entretanto, para extrair desses modelos informações de interesse do decisor, é preciso utilizar métodos de solução. O processo de análise dos modelos de otimização discreta é semelhante, porém, os métodos de solução são outros ou adaptações da solução de PL (*branch-and-bound*, *branch-and-cut*, *branch-and-price*, decomposição Dantzig-Wolfe e geração de colunas, por exemplo).

Segundo Costa e Torres (2009), existem algumas situações particulares que podem ocorrer quando se trabalha com PL. Destas, duas merecem destaque: (i) não existe um

conjunto de soluções viáveis que atenda a todas as restrições. Portanto, não existirá solução para o problema; e (ii) a existência de mais de uma solução ótima. A teoria mostra que, quando existe mais de uma solução ótima, existem infinitas soluções ótimas (todas as soluções são pertencentes à semi-reta que une os dois pontos extremos do conjunto das soluções viáveis).

Até o momento, foi apresentado a problemática histórica da agricultura familiar, os modelos de planejamento agrícolas relevantes ao escopo do trabalho e algumas ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar o processo decisório. O apoio sobre este arcabouço teórico fundamenta a proposição de um Sistema de Planejamento da Produção Olerícola (SPPO) nas Unidades de Produção Familiar (UPFs). Isto é posto nos dois próximos capítulos.

5 SISTEMA DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA (SPPO)

O foco desta tese é a Agricultura Familiar (AF) e como a literatura consultada indicou que a olericultura é uma das atividades mais indicadas para esse tipo de produtor rural, o sistema proposto, o SPPO será apresentado no intuito de auxiliar o processo de tomada de decisão sobre a produção olerícola. Na Figura 17 tem-se a representação da problemática que conduziu as escolhas desta tese. Desta forma, busca-se apoiar o olericultor no planejamento sobre o que, quanto, quando e para quem será produzido, de forma a obter uma produção de hortaliças com diversidade, quantidade, qualidade e regularidade durante todo o ano.

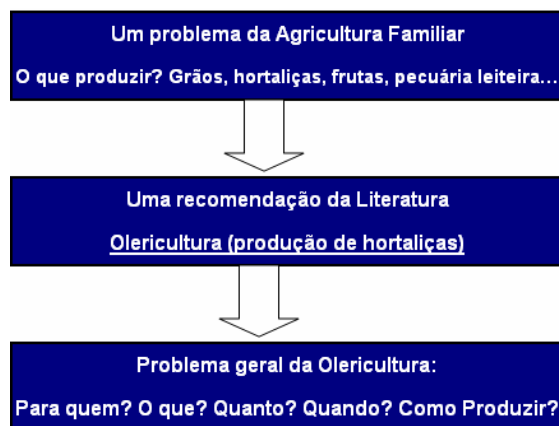


Figura 17 – **Problemática de estudo da tese**

Fonte: Elaborada pelo autor

A literatura pesquisada mostra que há lacunas de conhecimento a serem preenchidas, no tocante à proposição de sistemas de planejamento da produção olerícola voltada para as unidades de produção familiar (UPFs). De acordo com Ahumada e Villalobos (2009), há uma notável falta de modelos adequados para o planejamento tático de decisões de produção/colheita e distribuição de culturas perecíveis.

5.1 INTRODUÇÃO

Segundo Amaro *et al.* (2007) é imprescindível que o olericultor faça um estudo de seu mercado antes de definir o que irá plantar, a quantidade, qualidade e época que irá produzir. Preocupar-se primeiro com o plantio das hortaliças é comum e motivador, mas é também o caminho mais curto para o insucesso nesse tipo de empreendimento (LIZ, 2006).

O sistema proposto busca compreender a complexidade do ambiente interno e externo à UPF e, desta forma, atuar como ferramenta de apoio à tomada de decisão sobre o planejamento da produção (o que, quanto, quando e para quem produzir). O SPPO proposto vem contribuir para o preenchimento desta lacuna. Ressalta-se que a produção local (ou

regional) de hortaliças concorre para a redução nos custos e perdas com transporte e melhora na qualidade dos produtos consumidos. Além disso, contribui-se para a geração de emprego, renda e melhor qualidade de vida dos produtores rurais.

As questões essenciais ao planejamento das atividades produtivas de uma propriedade rural referem-se ao: o que, quanto e para quando produzir (SCARPELLI, 2008). Entretanto, neste trabalho, parte-se do pressuposto de que estas decisões devam ocorrer após a determinação do(s) canal(is) de distribuição (para quem será produzido) oportunizado por uma pesquisa de mercado realizada pelo olericultor e/ou técnico, por exemplo. Desta forma, o sistema proposto enfocará a decisão conjunta destas quatro questões.

De acordo com Arenales *et al.* (2007) no planejamento da produção, deseja-se determinar o tamanho do lote de produção, para atender a demanda na data solicitada e de modo que a soma dos custos de produção e estocagem seja a mínima. Entretanto, a produção de hortaliças, apresenta alguns agravantes, como: (i) dificuldades de armazenamento ou custo muito elevado (câmara frigorífica, por exemplo) inviabilizando, em geral, esta opção principalmente se opera de forma individual; (ii) a produção de cada hortaliça deve respeitar, por exemplo, restrições de época de cultivo, do clima e solo local e disponibilidade de água; e (iii) rotação de culturas para reduzir infestações de pragas e doenças, por exemplo.

As UPFs produtoras de hortaliças, em geral, produzem diversos tipos de produtos oleráceos solicitados por diversos clientes (canais de distribuição), os quais devem estar prontos para entrega em diferentes datas previamente agendadas (contratuais ou informais). Como as UPFs têm a capacidade de produção limitada (área disponível para as hortaliças, mão de obra e recursos financeiros, por exemplo), é necessário planejar a produção, decidindo o que e quanto produzir em cada período de um horizonte de planejamento (as 52 semanas de um ano civil, por exemplo).

O SPPO se refere somente ao planejamento da produção de hortaliças e desta forma torna-se impraticável qualquer forma de rateio dos custos fixos quando se considera parte das atividades desenvolvidas na UPF. Para isto, será necessário determinar os custos de produção de cada hortaliça (EMATER/DF, 2010), obter dos canais de distribuição o preço das hortaliças para se avaliar cada possível retorno e verificar a viabilidade econômica do agronegócio (metodologia multiíndice proposta por Souza e Clemente, 2008).

Como as hortaliças não são *commodities*, existe uma grande diferenciação de preços durante o ano. Em geral, a sazonalidade de preço repete-se ao longo dos anos, principalmente relacionadas às variáveis do fator clima (temperaturas mínimas e geadas, por exemplo). Neste sentido, é preciso analisar a sazonalidade de consumo, oferta e preço de cada hortaliça. O

conhecimento do olericultor alimentará estas informações durante o processo de filtragem. Considere, por exemplo, uma UPF que produz n hortaliças e deseja programar sua produção nos próximos T períodos de tempo (52 semanas, por exemplo). Este conjunto de períodos de tempo para a qual a empresa planeja sua produção é denominado de horizonte de planejamento. Supõe-se que a demanda de cada produto (hortaliça) em cada período (semana) do horizonte de planejamento (ano) é conhecida.

A definição das variáveis de decisão como sendo a área a ser cultivada para cada cultura a partir da utilização da PL tradicional é interessante quando se deseja tomar a decisão sobre o que produzir para apenas um instante ou quando o objetivo é a máxima utilidade da área disponível. Porém, quando o objetivo é a alocação de atividades ao longo do tempo, Santos *et al.* (2007) e Santos (2009), recomendam modelos de otimização discreta 0-1.

O que diferencia a abordagem proposta no SPPO de outras abordagens de definição da rotação de culturas (Santos *et al.*, 2007 e Santos, 2009, por exemplo) é a consideração de fatores do local de produção, tais como: (i) agroecológicos (clima e solo, por exemplo); (ii) agrotecnológicos (sistemas de produção e irrigação, por exemplo); (iii) mercadológicas (canais de distribuição, demanda e preço, por exemplo); e (iv) preferências do olericultor: o que sabe e o que gosta de produzir (VILCKAS e NANTES, 2005; SEPULCRI, 2006). As preferências pessoais do produtor rural interferem, e muito, em suas decisões sobre o que produzir (SOUZA *et al.*, 1988). Além disso, serão propostos filtros para reduzir a dimensionalidade do problema na fase de modelagem matemática.

5.2 FASES DE ESTRUTURAÇÃO DO SPPO

O sistema real é um conjunto complexo de variáveis, de forma não muito definida (ANDRADE, 2009). O sistema real reduzido é o núcleo do sistema existente que, pressupostamente, norteia o comportamento de todo o sistema e que pode ser modelado, para efeito de análise, por uma estrutura simplificada. A complexidade de um sistema real, como o da olericultura brasileira, resulta do fato de que seu comportamento é influenciado por um número muito grande de elementos ou variáveis. A incorporação das características da AF acentua a complexidade deste sistema. Esse é o motivo que leva à principal dificuldade de elaboração de um sistema para o planejamento da produção olerícola para as UPFs. Um delineamento de como o SPPO será desenvolvido é ilustrado na Figura 18.

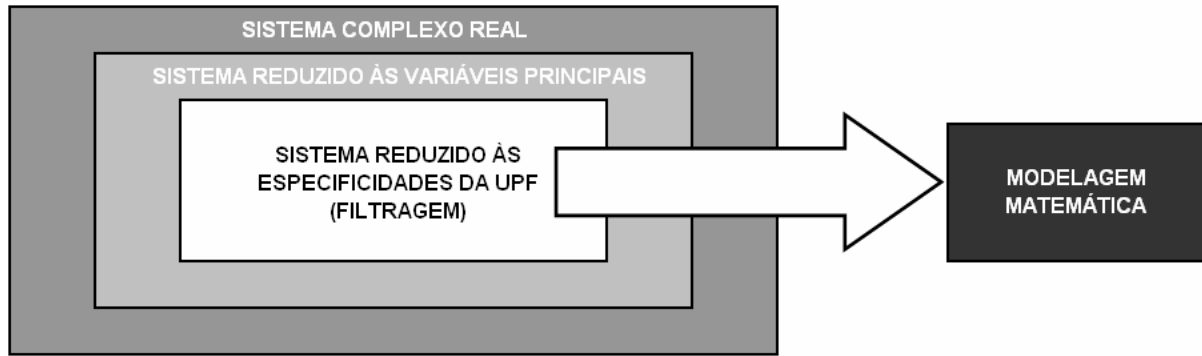


Figura 18 – Representação simplificada do processo de desenvolvimento do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

O SPPO proposto está estruturado em fases, listado e abordado na sequência. Estas fases consistem em descrever o que deve ser feito para realizar um planejamento da produção olerícola nas UPFs. O SPPO é composto de quatro fases, descritas a seguir. A Figura 19 apresenta o processo de desenvolvimento destas quatro fases.

- Fase 1: levantamento dos fatores e variáveis intervenientes no processo de tomada de decisão sobre o planejamento da produção de hortaliças nas UPFs;
- Fase 2: estruturação do banco de dados. Para a formação do banco de dados devem ser coletados dados referentes aos fatores e variáveis identificados na fase 1.
- Fase 3: processo de filtragem para atendimento das peculiaridades da localidade e das características da AF, além da redução da dimensão do problema evitando a explosão combinatória na próxima fase, que consiste na modelagem; e
- Fase 4: modelagem por pesquisa operacional (PO), mais especificamente por meio de programação linear (PL 0-1). Para a modelagem matemática deve ser desenvolvido o Modelo de Planejamento do Sequenciamento de Produção Olerícola (MPSPO). A solução apresentada por este modelo representa as culturas que são recomendadas para a UPF em estudo.

Diante do exposto, o sistema SPPO tem como abordagem a redução da dimensionalidade do problema, para isso: dado um *portfólio* de canais de distribuição e culturas, estas devem ser confrontadas com as características do local de produção (clima, solo e mercado, por exemplo) e do olericultor (preferências), sendo este processo denominado de filtragem. A partir do(s) canal(is) e culturas remanescentes é realizada uma modelagem matemática com objetivo de apontar a combinação ótima de hortaliças que deve ser produzida pelo olericultor no próximo ano.

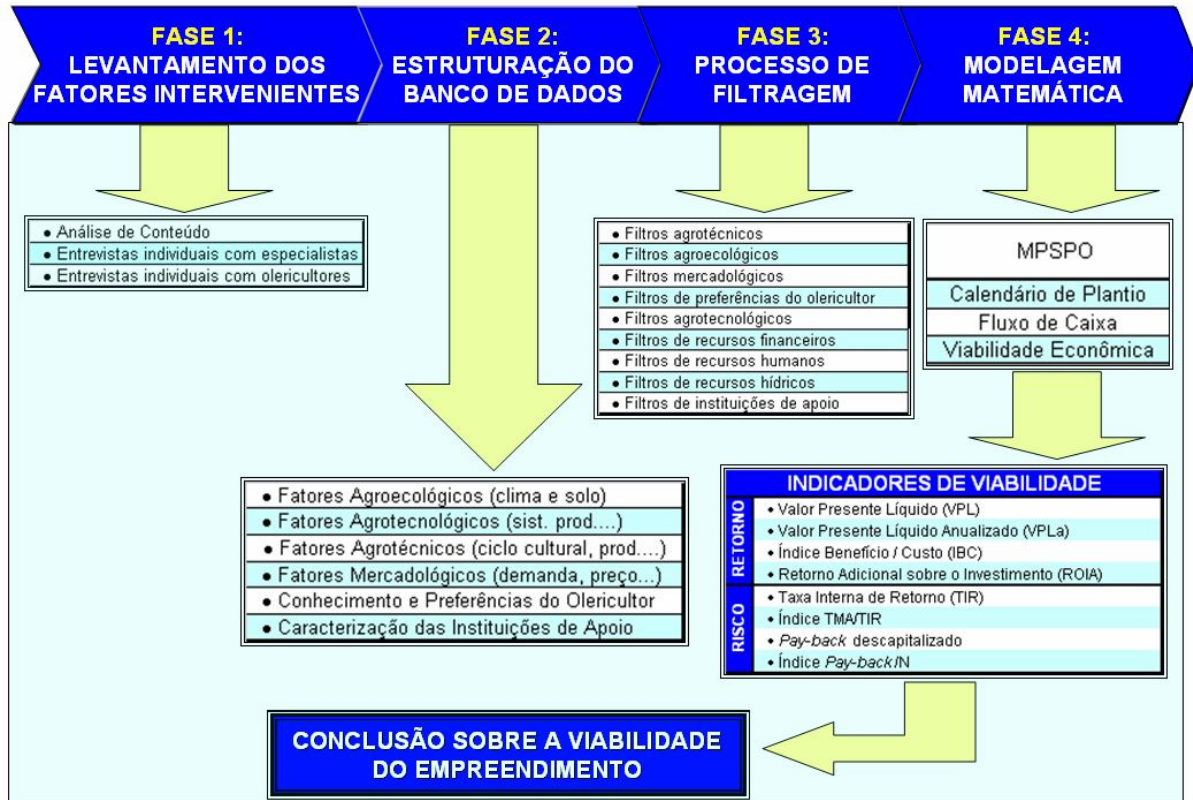


Figura 19 – Fases de estruturação do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

5.2.1 Levantamento dos Fatores Intervinentes

De acordo com Andrade (2009), uma situação real, que envolva um número muito grande de variáveis, tem seu comportamento fundamentalmente influenciado por uma quantidade reduzida de variáveis principais. Assim sendo, a simplificação do sistema real em termos de um modelo passa primeiramente pela identificação dessas variáveis principais. Neste sentido, a primeira fase da metodologia proposta para o desenvolvimento do SPPO consiste no levantamento dos fatores e variáveis intervenientes no planejamento da produção de hortaliças nas UPFs.

Os elementos que comporão as restrições agroecológicas, mercadológicas, agrotecnológicas e preferências do olericultor serão obtidos por meio da realização de três etapas: (i) levantamento sobre as variáveis destes fatores que são intervenientes sobre o processo de tomada de decisão. Para isso, são buscadas as principais áreas que discutem o assunto (agronomia; administração, contabilidade, economia e sociologia rural; e engenharia da produção); (ii) entrevistas individuais com especialistas em olericultura; e (iii) entrevistas individuais com olericultores familiares experientes (longo período na atividade).

Assim, os fatores e variáveis utilizados no SPPO são definidos a partir da análise de conteúdo (BARDIN, 2006) seguida de entrevistas individuais (RIBEIRO e MILAN, 2007) com especialistas e olericultores. Os especialistas e olericultores familiares ajudaram a definir (ou confirmar) quais fatores e variáveis devem ser considerados no processo de filtragem e na fase de modelagem matemática.

Os resultados da análise de conteúdo têm por finalidade gerar uma lista de fatores e variáveis que irão ser apresentadas aos especialistas e olericultores para uma futura incorporação ao SPPO. A abordagem proposta consiste em relacionar a frequência (número de autores/trabalhos) da citação dos fatores e suas respectivas variáveis ligadas a tomada de decisão. Ressalta-se que além desta frequência é considerado o fato de ser citado por autores de áreas de conhecimento diferentes, evidenciando a relevância de cada variável.

Em suma, a literatura, reforçada pelo conhecimento prático empírico dos olericultores familiares e pela experiência de especialistas em olericultura fornecerá os fatores que devem ser contemplados nas fases de estruturação do banco de dados (Fase 2), processo de filtragem (Fase 3) e modelagem matemática (Fase 4 – MPSPO) do SPPO.

5.2.2 Estruturação do Banco de Dados

A ordem das etapas realizada na Fase 2 do SPPO, para a coleta de dados, não é absolutamente rígida, sendo possível modificá-la. Entretanto, é fundamental considerar os fatores internos e externos, os quais são analisados simultaneamente para a tomada de decisão. Além disso, deve ser garantida a fidedignidade dos dados coletados.

Como ilustrado na Figura 19, para as fases de filtragem e modelagem é necessária uma fase anterior que é a formação do banco de dados. O banco de dados do SPPO é dividido em duas partes: (i) dados internos ao SPPO que deve conter as principais características de cada cultura olerácea e que, em geral, não dependem das condições da localidade de produção, do sistema de produção e do olericultor (Figura 20); e (ii) dados externos ao SPPO, destacados na Figura 21, a qual também indica como obter tais dados.

Em suma, o banco de dados interno do SPPO deve conter características agrotécnicas (recomendações agronômicas) dos principais produtos olerícolas. A escolha destes produtos toma como base a importância econômica das hortaliças e a adaptabilidade de produção às características da AF. Por outro lado, para estruturar o banco de dados externo, deve-se levantar as condições da localidade (agroecológica, agrotecnológica, mercadológica e preferências do olericultor) por meio de pesquisa de campo. A Figura 21, além de indicar os dados que formarão a base do sistema também oferece uma opção de busca destes dados, com

indicação dos instrumentos necessários para a coleta de dados (primários ou secundários). Desta forma, contribui-se para a organização das informações. Neste sentido, pode-se entender o SPPO como uma base de conhecimento.

E S P É C I E	· Época de plantio
	· Recomendações de plantio (espaçamento e densidade, por exemplo)
	· Ciclo de produção (inclui tempo de preparo do solo, plantio e colheita)
	· Época de colheita
	· Única colheita ou várias colheitas (produtividade esperada por colheita)
	· Sucessão cultural (rotação de culturas)
	· Temperaturas ótimas do ar para germinação e/ou desenvolvimento (mínima, faixa ideal e máxima)
	· Radiação solar ideal (quantidade ideal)
	· Umidade relativa do ar (faixa ideal)
	· Precipitação pluviométrica ideal (chuvas)
	· Solo ideal (composição predominante, tipo, declividade e pH, por exemplo)
	· Água (quantidade e regularidade exigida, por exemplo)
	· Sistemas possíveis de produção (a campo, protegido no solo, sem solo - hidropônico ou substrato, por ex.)
	· Sistemas possíveis de irrigação (sulco, aspersão ou gotejamento)
	· Manejo cultural exigido
	· Mão de obra necessária (manual e/ou mecanizável)
	· Instalações, máquinas, equipamentos e suplementos necessários
· Custo de produção	
· Produção (produtividade média e qualidade esperada, por exemplo)	
· Preço estimado ao longo do ano (histórico)	

Figura 20 – Características das oleráceas presentes no banco de dados interno

Fonte: Elaborada pelo autor

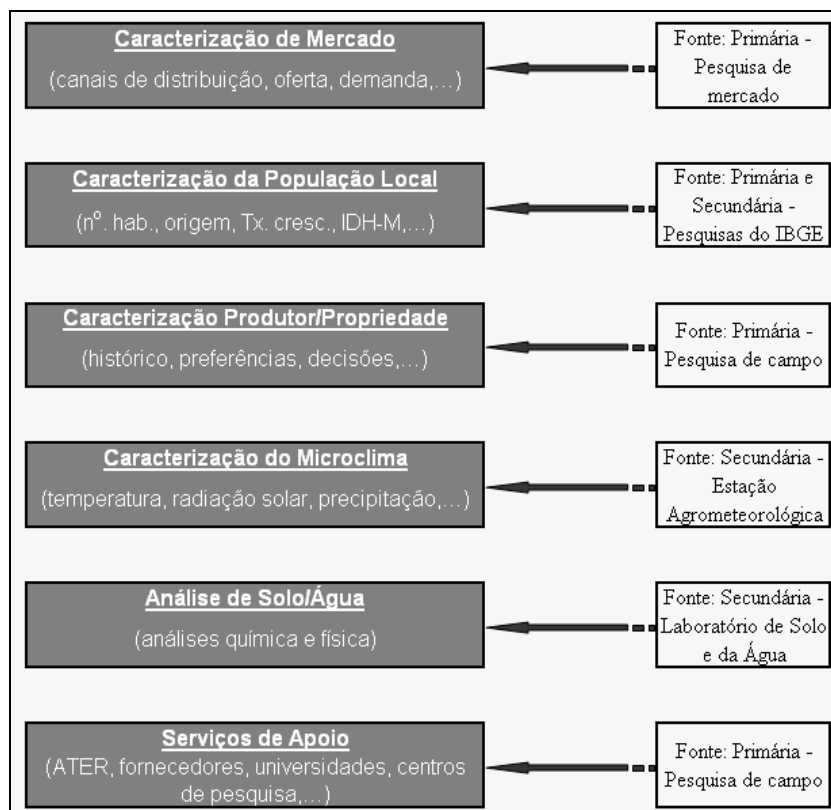


Figura 21 – Banco de dados externo do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

No tocante à caracterização da população local, busca-se entender as particularidades ambientais, econômicas e sociais da população local. Deve-se considerar as características da população e taxa de crescimento populacional, pois estas interferem na demanda e no tipo de produto. O acesso a estes dados podem ocorrer a partir de pesquisas secundárias sobre os hábitos de consumo de hortaliças, como as realizadas pelo IBGE.

A fim de elaborar um diagnóstico da propriedade e do produtor deve ser realizada uma pesquisa exploratória junto à propriedade e com o olericultor. Para tanto será utilizada a entrevista pessoal, que confere maior confiabilidade aos dados coletadas (VILCKAS e NANTES, 2005). Este diagnóstico procura identificar as características do produtor, tais como: sistemas de produção e canais de distribuição utilizados; como são tomadas as decisões; nível de instrução dos produtores; recursos disponíveis (humanos, agrotecnológicos, financeiros, hídricos, edáficos e serviços de apoio); capacidade administrativa/gerencial; custo de produção; índices técnicos e resultados econômicos obtidos em safras anteriores.

A literatura retrata que a não utilização dos modelos de planejamento desenvolvidos para a agricultura é devido a ausência de características do produtor no modelo. Neste sentido, é preciso conhecer minimamente qual foi a trajetória percorrida para compreender o estágio de desenvolvimento em que se encontra o produtor e a unidade de produção, procurando identificar os fatores que influenciaram ou que condicionaram as decisões tomadas e as estratégias implementadas que levaram a unidade de produção a ser o que ela é hoje. Assim, como busca-se auxiliar as UPFs a definir o que, quanto e quando produzir em relação às suas potencialidades e aos segmentos do mercado, deve-se realizar uma cuidadosa análise de suas forças (pontos fortes e oportunidades) e de suas limitações (pontos fracos e ameaças). Desta forma, realiza-se a análise SWOT com o olericultor durante o processo de filtragem.

Os fenômenos meteorológicos não estão sob o controle do produtor rural, e por isso as variações climáticas podem ser altamente prejudiciais ao setor agrícola. O conhecimento científico permite a previsão meteorológica com alto grau de confiança (SOUZA *et al.*, 1988). Neste contexto, uma etapa importante do SPPO consiste em estudar os fatores agroclimáticos da microrregião em estudo, isto é, conhecer o microclima da região ao longo do ano. O sistema proposto, baseado no histórico das variáveis climáticas e, utilizando-se de técnicas de séries temporais deve realizar previsões para o próximo ano. Portanto, para a previsão das variáveis agroclimáticas (temperatura e umidade relativa do ar, por exemplo) deve-se utilizar técnicas de séries temporais, para analisar as variações cíclicas e sazonais. Esta etapa foi apresentada em uma seção do capítulo 3 sob o título “Séries Temporais”.

Para a realização das previsões das variáveis ligadas aos fatores agroclimáticos, será utilizada a seguinte metodologia: (i) determinar o melhor modelo de suavização exponencial (utilizando o critério do RMSE) e calcular o MSE e MAPE para este modelo; (ii) escolher o melhor modelo da metodologia de Box-Jenkins (utilizando o critério do RMSE) e calcular o MSE e MAPE para este modelo; e (iii) média semanal histórica dos dados disponível. Também deve ser determinado as estatísticas MSE e MAPE, para este método; e (iv) combinação dos dois melhores métodos encontrados nos itens (i), (ii) e (iii), por meio da média aritmética.

Além de obter informações agrometeorológicas, deve-se adquirir dados sobre a composição predominante do solo, a topografia da região, a disponibilidade de água para a irrigação (recursos hídricos disponíveis na localidade, qualidade e distância) e realizar a análise de solos e água em laboratórios credenciados.

Segundo Marchi *et al.* (2007), a disponibilidade de informação sobre solos é fundamental para a tomada de decisão no agronegócio. O solo apresenta complexidade física, química, biológica e também topográfica. A análise laboratorial do solo permite o entendimento das características químicas e físicas do solo. Por outro lado, o estudo de campo possibilita analisar o ambiente biológico (pragas, fungos e plantas daninhas, por exemplo) presentes no solo. Por fim, a utilização de equipamentos (simples ou sofisticados) proporciona a caracterização topográfica do solo (lote, gleba ou talhão). Para estudar os fatores edáficos (solo) da localidade (ou propriedade), deve-se investigar as variáveis: textura, profundidade, permeabilidade, atividade biológica, capacidade de armazenar água e nutrientes e quantidade de matéria orgânica.

Por outro lado, entre as principais instituições de apoio (ou serviços de apoio), merecem destaques: (i) Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) públicas ou privadas; (ii) fornecedores de insumos (sementes, mudas e fertilizantes, por exemplo); (iii) universidades (federais, estaduais, municipais e particulares); (iv) instituições públicas e privadas de pesquisa; (v) cooperativas e associações de produtores; (vi) sindicatos rurais (patronais e de trabalhadores); (vii) instituições que operam o crédito rural (Banco do Brasil e cooperativas de crédito como a Cresol-baser, por exemplo); (viii) secretarias municipais de agricultura; e (ix) organizações não governamentais (ONGs), por exemplo. Para obter estes dados, recomenda-se realizar pesquisa de campo com atores envolvidos com a produção olerícola no município.

No tocante aos recursos financeiros propostos pelo SPPO, deve: (i) estimar os custos de produção nos diferentes sistemas de cultivo existente na UPF e obter o custo unitário

atualizado de cada item (produto oleráceo) que será utilizado. É necessário estabelecer, o quanto da produção o produtor precisará vender para cobrir os custos de produção. É de grande importância o acompanhamento por profissional da área de economia rural (ATER, por exemplo). A estimativa dos custos de produção de cada cultura olerácea será obtida da metodologia proposta pela Emater/DF (2010); e (ii) verificar a rentabilidade econômica de todas as hortaliças de acordo com a região (ou localidade) em estudo. Para determinar a viabilidade econômica das hortaliças recomendadas pelo MPSPO, deve-se utilizar a metodologia multiíndice proposta por Souza e Clemente (2008). Esta metodologia foi detalhada na seção 4.1 sob o título “Engenharia Econômica”.

Em suma, o banco de dados do SPPO proposto objetiva identificar e organizar os dados intervenientes na tomada de decisão sobre o planejamento da produção olerícolas nas UPFs. Neste sentido, é preciso: (i) entender o mercado (ator: olericultor); (ii) caracterizar o olericultor e a unidade de produção; (iii) caracterizar o microclima regional; (iv) caracterizar o solo e a água disponível na propriedade destinado às hortaliças; (v) identificar as agrotecnologias disponíveis; e (vi) identificar cultivares disponíveis para a região e características exigidas. Por outro lado, os elementos que devem constar no banco de dados interno do SPPO são: coeficientes técnicos das principais hortaliças que tem representatividade econômica e que são recomendadas à produção familiar.

5.2.3 Processo de Filtragem

A metodologia proposta para o processo de filtragem consiste em: tomar a relação de canais potenciais e hortaliças relevantes – ponto de vista agroeconômico e de adaptabilidade para a AF – e confrontar suas características com os diversos fatores intervenientes (mercadológicos, agroecológicos, agrotecnológicos e preferências do olericultor). A Figura 22 destaca estes filtros. Salienta-se que a ordem destes filtros não é rígida.

· Filtros agrotécnicos (época de plantio, ciclo cultural, número de colheitas, produtividade, ...)
· Filtros agroecológicos (adaptadas às características locais de clima e solo)
· Filtros mercadológicos (adaptadas às características regionais de consumo)
· Filtros de preferências do olericultor (atende às características de produção desejada pelo produtor)
· Filtros agrotecnológicos (sistemas de produção, irrigação, máquinas, equipamentos, ...)
· Filtros de recursos financeiros (próprios e de terceiros)
· Filtros de recursos humanos (mão de obra familiar e externa)
· Filtros de recursos hídricos (quantidade, qualidade, distância, ...)
· Filtros de instituições de apoio (ATER, fornecedores, instituições de pesquisa, universidades, ...)

Figura 22 – **Filtros do SPPO**

Fonte: Elaborada pelo autor

Neste processo são propostos dois tipos de filtros, denominados: (i) filtro exclutor (elimina do *portfólio* a hortaliça que não atende as especificações do filtro); e (ii) filtro redutor (reduz o intervalo de tempo, durante o ano, em que a hortaliça pode ser plantada). O conhecimento/preferência do olericultor é considerado um filtro exclutor, pois a hortaliça que o produtor não tem conhecimento sobre a forma de produção ou não gosta de cultivar farão com que esta seja eliminada do *portfólio*. Ressalta-se que havendo propensão do olericultor para buscar conhecimento e existindo instituição de apoio esta situação pode ser revertida em um segundo momento. Por outro lado, o sistema de produção (ausência de casa de vegetação e irrigação, por exemplo) pode reduzir sensivelmente o intervalo em que uma determinada hortaliça pode ser plantada (fator redutor).

Desta forma, alguns elementos (fatores) das fases de filtragem e modelagem são comuns. Entretanto, na fase de filtragem são utilizados para identificar o *portfólio* (filtro exclutor) e o intervalo de tempo em que o plantio pode ocorrer (filtro redutor). Por outro lado, na fase de modelagem representam as restrições de um problema de PO. Algumas exceções referem-se ao conhecimento/preferências do olericultor que devem funcionar somente como um filtro exclutor e com o objetivo de reduzir o *portfólio* (número de hortaliças); da mesma forma as hortaliças que não são desejadas pelo mercado devem ser eliminadas (filtro exclutor). O clima, por exemplo, pode não excluir totalmente a produção de uma hortaliça, mas reduzir o intervalo de plantio (por isso, a intersecção dos intervalos de recomendação geral com o clima da localidade). Este intervalo (período de tempo) deverá ser respeitado no momento da alocação de culturas.

O clima local (temperatura, geadas, precipitação pluviométrica, umidade relativa e radiação solar) atua de forma restritiva impedindo que algumas hortaliças possam ser cultivadas em determinadas épocas do ano. Novamente, ressalta-se que o sistema de produção (existência de estufa, nesse caso) pode mudar este cenário. A topografia ou o tipo de solo de uma localidade (região ou propriedade) podem limitar a produção de diversas hortaliças. Demais filtros possuem justificativas análogas as apresentadas. Desta forma, procede-se uma análise conjunta dos fatores intervenientes. Assim, não há necessidade de identificar os pesos para cada um dos fatores, mas a consideração de todos os fatores que são relevantes e a interação conjunta dos fatores.

As hortaliças que forem aprovadas segundo os filtros serão submetidas, juntamente com seus coeficientes técnicos (EMATER/DF, 2010), à modelagem matemática. A passagem pelos filtros significa que a cultura está apta a fazer parte do *mix* de produção. Assim, passar pelo filtro é uma condição necessária, entretanto não é uma condição suficiente. Para ser

suficiente deve fazer parte da solução ótima, a qual busca a maximização da receita líquida, isto é, maximizar a diferença entre a receita bruta e os custos variáveis.

Ressalta-se que os filtros desempenham dois papéis fundamentais: (i) contemplar os fatores locais; e (ii) reduzir o número de variáveis e desta forma, facilitar a modelagem matemática evitando a explosão combinatória (SANTOS *et al.*, 2007) o que pode concorrer para um menor tempo de processamento computacional do MPSPO. Por outro lado, no estudo de Santos (2009), o tempo de execução do algoritmo proposto aumentou com o número de culturas. Estes resultados empíricos evidenciam a importância dos filtros propostos no SPPO para reduzir o número de culturas na fase de modelagem matemática.

Assim, ao passar pelo filtro do fator algumas culturas serão excluídas. Segue-se o processo até que as culturas tenham passadas por todos os filtros (tendo atendidos aos requisitos mínimos solicitados). Na sequência, as culturas restantes serão submetidas ao processo de modelagem matemática (PO). Por fim, as resultantes do MPSPO serão efetivamente recomendadas.

5.2.4 Proposição de um Modelo de Planejamento do Sequenciamento de Produção Olerícola

No planejamento da produção, decide-se o que vai produzir e na programação da produção decide-se como e em que ordem deve-se produzir. Um bom plano de produção deve: (i) atender as demandas sem atraso; (ii) respeitar a capacidade de recursos disponíveis; e (iii) minimizar os custos de produção ou maximizar o retorno (ou lucro). Segundo Arenales *et al.* (2007), esses problemas (dimensionamento de lotes – planejamento dinâmico) são da classe de otimização discreta (programação linear inteira), pois surgem decisões do tipo produzir ou não um item do tipo i no período t , as quais são modeladas por variáveis que assumem somente dois valores: 0 ou 1. Além disso, quanto menor o conjunto de soluções factíveis da programação linear, menor é o esforço computacional para determinar a solução ótima inteira. Este é um dos motivadores da proposição da Fase 3 do SPPO, que consiste em utilizar filtros para reduzir a dimensão do problema de planejamento do sequenciamento de produção olerícola.

De acordo com Arenales *et al.* (2007), o planejamento das quantidades de produção envolve a determinação, para cada produto, de quanto e quando produzir em um horizonte de planejamento. Em geral, no ambiente industrial, considerando-se que os níveis de mão de obra e máquinas são fixos e, a partir das demandas externas ou independentes, o planejamento mestre de produção (*Master Planning Scheduling – MPS*) determina quanto e quando produzir de cada produto final. Partindo das quantidades determinadas pelo MPS, o

planejamento dos recursos de produção (*Manufacturing Resource Plannig – MRP II*) planeja de forma sincronizada as necessidades de componentes e matéria-prima para os produtos finais. Entretanto, a realidade vivida nas UPFs é bastante diferenciada do ambiente industrial. Assim, no SPPO, a estimativa obtida pelo olericultor por meio de sua experiência ou por pesquisa de mercado (investigação dos potenciais canais de distribuição da produção) fará o papel do MPS e com o banco de dados do SPPO, o MPSPO indicará o que, quanto e quando produzir as hortaliças na UPF em estudo.

Ao planejar o sequenciamento de cultivo define-se o que produzir, observando a quantidade e a regularidade exigida, além de outras restrições que são consideradas no modelo de PO. Desta forma, para a fase de modelagem do MPSPO serão consideradas algumas premissas: (i) o horizonte de planejamento é finito (um ano, por exemplo) e dividido em períodos (semanas, por exemplo), e a demanda de cada hortaliça em cada período é dinâmica, varia ao longo do horizonte de planejamento, mas conhecida pelo olericultor. Ressalta-se que, para o conhecimento da demanda – necessária para determinar a combinação ótima de hortaliças para a UPF – deverá ser realizada uma pesquisa de mercado (ator: olericultor) para identificar os potenciais canais de distribuição, as exigências, qualidade, quantidade e época de entrega; e (ii) as outras características necessárias para o modelo são conhecidas, e encontram-se listadas nas Figuras 20 e 21 (Fase 2), que apresentam os dados que devem compor o banco de dados do SPPO.

Na fase de modelagem do SPPO será utilizada a metodologia proposta por Arenales *et al.* (2007) para abordar um estudo de pesquisa operacional (PO). Esta abordagem envolve as etapas: (i) definição do problema; (ii) construção do MPSPO, por meio de adaptação e ampliação dos modelos SVCSP (SANTOS *et al.*, 2010) e SVCSPPS (COSTA *et al.*, 2010); (iii) solução do modelo; (iv) validação do modelo; e (v) implementação da solução. Ressalta-se que os retornos de informação, indicados na Figura 23 entre as diferentes etapas do processo de modelagem matemática, representam revisões que as considerações derivadas da análise de uma etapa provocam em etapas precedentes em um ciclo que se repete.

Assim, após o processo de filtragem propõe-se o modelo (MPSPO) para a determinação da sequência ótima de produção. A função objetivo considerada nos modelos propostos por Santos *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2010), foi a maximização da produção na área de plantio ou o volume produzido, pois não considera os custos de produção. Entretanto, isto não implica necessariamente em maior retorno (ou maximização deste). Portanto, no SPPO, a abordagem inicial ocorrerá de forma diferente destes autores, pois, a função objetivo busca a maximização da receita líquida.

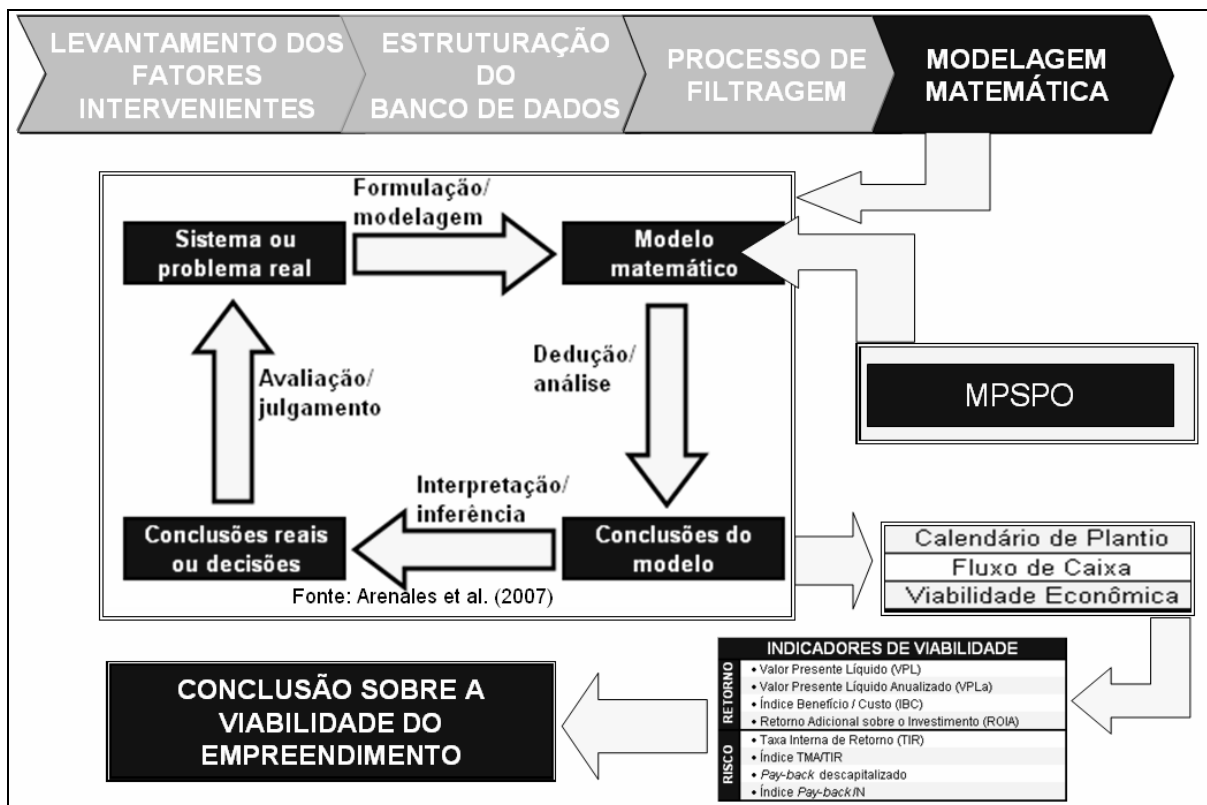


Figura 23 – Processo de modelagem matemática do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

O MPSPO deve contemplar: (i) restrições agrotécnicas (recomendações agrônômicas); (ii) restrições mercadológicas (oferta, demanda e preço, por exemplo); (iii) restrições agroecológicas (clima e solo, por exemplo); (iv) restrições agrotecnológicas (sistemas de produção e irrigação, por exemplo); (v) restrições de capacidade (recursos humanos, financeiros e hídricos, por exemplo); e (vi) restrições ecológico-sustentável (sucessão cultural, adubação verde e pousio, por exemplo) que, são impostas, em geral, no sistema de produção orgânico. Portanto, algumas destas restrições podem ser relaxadas a critério do olericultor.

A solução do MPSPO aponta o calendário de plantio. De posse do calendário de plantio estima-se a produção, os custos de produção e a receita bruta. A partir destes dados gera-se o fluxo de caixa semanal ao longo do ano. O fluxo de caixa permite a aplicação da metodologia multiíndice, a qual consiste na avaliação conjunta de indicadores de retorno (VPL, VPLa, IBC e ROIA) e de risco (TIR, *Pay-back*, TMA/TIR e *Pay-back/N*). Desta forma, obtém-se uma avaliação econômica consistente sobre o agronegócio hortaliças.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA METODOLOGIA PROPOSTA

Os fatores complementares são elementos que não atuam diretamente sobre a decisão do que produzir. Entretanto, são essenciais sobre a tomada de decisão estratégica e podem

influenciar o nível tático do empreendimento rural. Por exemplo, as variáveis ligadas aos fatores políticos (política agrícola para a AF e olericultura) e legais (leis e normas legais sobre a produção agrícola – em 2008, foi normatizado a produção e comercialização de produtos orgânicos, inclusive olerícolas) podem não contribuir para a escolha do que produzir, mas devem ser consideradas no processo decisório, pois influenciam a tomada de decisão geral, como a ampliação da produção por incentivos como taxa de juros subsidiadas para financiamento, custeio e comercialização. Desta forma, recomenda-se: (i) identificar as políticas agrícolas para a AF (crédito rural: PRONAF – taxas de juros, período de carência e formas de pagamentos); (ii) Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) – compra de alimentos da AF para o Fome-Zero; e (iii) compra de produtos da AF para a merenda escolar (no mínimo 30% proveniente da AF – Lei 11.947 de junho de 2009), por exemplo.

Assim, alguns elementos que são destacados pela literatura não serão incorporados de forma direta no SPPO. A não incorporação ocorre devido ao fato destes serem comuns a todas as hortaliças. Assim, são fatores restritivos no sentido de não ser aceito a produção sem respeitar os fatores legais, por exemplo. Por outro lado, as políticas públicas de subsídios, tais como, as anunciadas a cada ano-safra (historicamente no mês de junho), incidem sobre todas as culturas oleráceas. Desta forma, não têm influência direta na escolha sobre o que produzir (modelagem matemática), mas devem ser utilizadas no processo de decisório. Além disso, algumas variáveis são apresentadas como pertencentes a vários fatores. Entretanto, para o objetivo proposto por este trabalho, o importante é considerar as variáveis e não classificá-la unicamente a um dos fatores.

A determinação do sequenciamento de produção deve ocorrer com os recursos que estão imediatamente disponíveis para a produção. Como supramencionado, algumas restrições funcionarão como filtros (exclusores ou redutores) que vão eliminando as culturas não recomendadas para o produtor/propriedade/mercado em análise ou reduzindo o tempo em que a cultura pode ser plantada. A ideia de contemplar outras restrições (instituição de apoio, por exemplo) é para possibilitar que alguns fatores restritivos da produção (conhecimento técnico ou crédito rural, por exemplo) possam ser melhorados para aumentar o *mix* de produção, se for necessário ou desejado pelo olericultor ou técnico agrícola. Portanto, a solução é o plano de produção de hortaliças (calendário de plantio) recomendada para a UPF em análise ao longo do ano planejado, conforme ilustra a na Figura 24.

Lote 6	Tomate (24 semanas)														Quiabo (27 semanas)																																					
Lote 5	Abobrinha (14 semanas)							Pepino (13 semanas)							Alho (24 semanas)																																					
Lote 4	Couve-Flor (18 semanas)							Cenoura (18 semanas)							Mucuna preta (16 semanas)																																					
Lote 3	Salsinha (21 semanas)							Espinafre (20 semanas)							Beterraba (11 semanas)																																					
Lote 2	Couve-Folha (32 semanas)														Brócolis (20 semanas)																																					
Lote 1	Alface (7 semanas)				Almeirão (7 semanas)				Agião (32 semanas)														Pousio																													
Período	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro							

Figura 24 – Gráfico de Gantt para o exemplo hipotético de um calendário de plantio

Fonte: Elaborada pelo autor

6 DESENVOLVIMENTO DO SPPO PARA AS UPFs

O capítulo 5 apresentou a metodologia proposta para a elaboração do sistema de planejamento da produção olerícola (SPPO) para as unidades de produção familiar (UPFs). Neste capítulo serão desenvolvidas as fases e etapas propostas deste sistema. Para o desenvolvimento de um sistema mais próximo da realidade foi necessário a utilização de dados reais. Neste sentido, foi eleito o município de Pato Branco/PR como suporte.

6.1 FASE 1 – LEVANTAMENTO DOS FATORES INTERVENIENTES

Nesta seção é descrito a forma utilizada para levantar os fatores intervenientes sobre o processo de tomada de decisão na produção olerícola. Para isso, descrevem-se os resultados advindos da análise de conteúdo e das entrevistas individuais realizadas com especialistas em olericultura, olericultores familiares e demais atores dessa cadeia produtiva. Na seção 6.1.1 apresenta-se os resultados advindos da análise de conteúdo. Já na seção 6.1.2 sintetiza-se os destaques das entrevistas individuais com os especialistas. Por outro lado, a seção 6.1.3 traz os apontamentos apresentados pelas entrevistas individuais com os olericultores familiares.

No tocante as entrevistas, foram elaborados três tipos de questionários, um voltado aos especialistas, outro a olericultores e outro aos representantes de entidades ligadas à produção rural. Porém, a maioria das questões foi comum aos três questionários, devido ao escopo da pesquisa. As entrevistas foram gravadas em mídia digital e transcritas integralmente, logo após a sua execução a fim de não se perder nenhum tipo de dado que fosse importante para a compreensão do assunto pesquisado, para posterior análise e interpretação. Além disso, buscou-se a diversidade em substituição à quantidade. Entende-se que poderia ser entrevistado um número maior de olericultores, mas isto, entretanto, não seria garantia de conhecimento da diversidade existente. Portanto, foi buscado junto a cada entrevistado, o conhecimento de outros produtores que utilizassem sistema de produção diferenciado e que atuassem em canais de distribuição diferentes dos até então pesquisados. Quando foi esgotada as possibilidades apontadas pela literatura, encerrou-se as pesquisas com estes produtores.

6.1.1 Etapa 1 da Fase 1: Análise de conteúdo

A primeira etapa da Fase 1 consistiu na análise de conteúdo sobre o planejamento da produção olerícola nas UPFs, buscando destacar os elementos intervenientes nesse processo decisório. Assim, a análise de conteúdo teve por finalidade gerar os fatores e variáveis que

foram apresentadas na sequência aos especialistas e olericultores. A abordagem consistiu em relacionar os fatores e suas respectivas variáveis, bem como os autores que as discutem e as ferramentas que podem ser utilizadas para tratar estes elementos. Além disto, foi considerado o fato de ser citado por autores de áreas de conhecimento diferentes, evidenciando a relevância de cada variável. Os principais fatores destacados pela literatura foram: agroecológicos, agrotecnológicos, mercadológicos e preferências do olericultor.

A olericultura depende fundamentalmente da radiação solar incidente (ANDRIOLO, 2002). Segundo este autor, a disponibilidade de radiação solar é a primeira condição indispensável para o cultivo das hortaliças durante todo o ano. Por outro lado, para Filgueira (2008), a variável mais importante é a temperatura. Entretanto, reconhece Andriolo (2002), que os efeitos sobre o crescimento não se devem unicamente à radiação, mas ao efeito combinado da radiação e temperatura do ar. Alguns níveis ideais são destacados pela literatura consultada. Estes servem como indicativos gerais e são apresentados na sequência:

- **Nível ideal de radiação solar global para as hortaliças:** (FAO, 1990; COCKSHULL *et al.*, 1992, ANDRIOLO, 2002). De 8,36 a 20 MJ m⁻² dia⁻¹. Ressalta-se que esta faixa é para todas as hortaliças. Entretanto, o nível de radiação depende das características da região (latitude, longitude, altitude, relevo e vegetação) e da estação do ano (FONTES e PEREIRA, 2005).
- **Temperatura ideal:** De acordo com Amaro *et al.* (2007), a maioria das hortaliças possui um melhor desempenho em condições de temperatura amena, com médias entre 18 °C a 22 °C. Entretanto, a temperatura mínima, máxima e faixa ideal depende de cada espécie olerácea (PUIATTI e FINGER, 2005; FILGUEIRA, 2008).
- **pH do solo:** Segundo Filgueira (2008), o solo ideal para o cultivo das oleráceas deve ter grau de acidez na faixa de pH 5,5 a 6,5. Entretanto, de acordo com Amaro *et al.* (2007), a grande maioria das hortaliças prefere um pH do solo entre 6,0 a 6,5, mas isso é relativo, principalmente em função do tipo de solo, teor de matéria orgânica e espécie considerada.
- **Umidade do ar ideal para as oleráceas:** Entre 40% a 80% (BAKKER, 1991 e CTIFL, 1995) ou entre 60% a 80% (FONTES e SILVA, 2005).
- **Precipitação pluviométrica:** Não foi encontrado na literatura consultada uma faixa de precipitação ideal para as hortaliças.
- **Ciclo cultural:** As hortaliças possuem ciclos de cultivo distintos e atingem o ponto de colheita de maneira variada. A maior parte das hortaliças podem ser colhidas com 60 a 120 dias após o plantio. Algumas hortaliças têm ciclo curto e atingem o ponto de colheita rapidamente, como o rabanete, que pode ser colhido de 25 a 30 dias após o semeio. Outras

possuem um período mais longo, como a mandioquinha-salsa e o inhame, que podem ser colhidos com 9 meses após o plantio (AMARO *et al.*, 2007).

Além destes destaques, é importante para a elaboração do sistema, sintetizar todos os fatores e as variáveis destacados pela literatura, que são intervenientes no processo de tomada de decisão sobre a produção e comercialização das oleráceas. O Apêndice B destaca estes fatores, suas variáveis (ou elementos e descrição) e os principais autores que as discutem. Ressalta-se que alguns desses fatores podem trazer restrições às atividades e outras possíveis vantagens. Além disso, existem variáveis que são quantitativas e outras qualitativas, necessitando de uma abordagem de cunho quantidade/qualidade (quanti/quali).

Existiu uma grande dificuldade em classificar as variáveis, pois algumas pertencem a mais de um fator. Entretanto, isto não foi um limitador, para a construção do sistema, pois o importante foi considerar as variáveis que mais interferem no processo decisório e não determinar a que fator pertence. A ideia de delineamento proposto pelo Apêndice B é apresentar de forma resumida, uma visão ampla dos fatores, variáveis (ou elementos), autores que as apresentam (ou as discutem) e as possíveis ferramentas que podem ser utilizadas para analisar a interferência, o comportamento e servir como previsão e monitoramento.

Observa-se que a análise do ambiente compreende fatores que não podem ser controlados, sendo necessário o conhecimento sobre eles para que ações e estratégias sejam tomadas. Por outro, pela proposta do SPPO, ao confrontar as hortaliças escolhidas pelo olericultor com as requeridas pelo mercado local, contemplam-se os valores das variáveis ligadas aos fatores socioculturais – demográficas e sociais exibidas no Apêndice B. Sendo a empresa rural uma organização social e uma unidade econômica, está sujeita as pressões sociais e à influência do meio social e cultural em que se situa.

A demanda de ferramentas, materiais e equipamentos dependem principalmente do tamanho da área, topografia do terreno, disponibilidade de mão de obra e recursos financeiros. A mão de obra para a produção de hortaliças é intensa, assim, a disponibilidade e a qualidade das ferramentas e equipamentos poderá influenciar em muito o sucesso da atividade (AMARO *et al.*, 2007). Assim, estas variáveis (ferramentas e equipamentos disponíveis) devem influenciar a tomada de decisão, principalmente sobre o que e quanto cultivar.

No tocante ao fator clima, as variáveis com maior destaque pela análise de conteúdo foram: temperatura (média, mínima, máxima e ideal), luminosidade (radiação solar, insolação e fotoperíodo), umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica (chuvas) e ventos (direção e intensidade). Ressalta-se que fatores atípicos, como tempestades fogem ao escopo deste trabalho, pois a previsibilidade destes fenômenos é ainda mais difícil.

Como primeiro destaque, não foi encontrado valores referenciais para a precipitação pluviométrica, mesmo dentro dos textos específicos sobre determinada olerácea. Apenas cita-se que uma cultura é exigente ou não em água. Por vezes, fala em percentuais de água no solo (80%). Desta forma, se não tem sistema de irrigação, deve cultivar espécies que não exijam grande quantidade de água ou procurar produzir em épocas que existam históricos de chuvas abundantes. Portanto, neste quesito, deve-se utilizar o histórico de pluviosidade na região ou localidade ou propriedade (na existência de fonte coletora da quantidade de chuvas).

O solo apresenta complexidade física, química, biológica e topográfica. A matéria orgânica afeta as propriedades químicas e físicas do solo. A análise laboratorial do solo permite o entendimento das características químicas e físicas do solo. Para a coleta de amostras de solo, deve-se solicitar auxílio de um profissional engenheiro agrônomo ou seguir a orientação do laboratório para onde serão enviadas as amostras. Com os resultados da análise química do solo, deve-se sempre consultar um engenheiro agrônomo. A interpretação correta dos resultados permite avaliar, além de outros fatores, a disponibilidade de nutrientes para as hortaliças. Assim, defende-se que a análise de solo seja realizada antes da tomada de decisão sobre o que cultivar. E mais, que os resultados da análise auxiliem na tomada de decisão sobre o que e quando cultivar. Por outro lado, o estudo de campo possibilita analisar o ambiente biológico (pragas, fungos e plantas daninhas, por exemplo) presente no solo. Por fim, a utilização de equipamentos (simples ou sofisticados) proporciona a caracterização topográfica do solo (região, gleba ou talhão).

A fertirrigação (adubação na água) é uma alternativa para a adubação de cobertura (FILGUEIRA, 2008). De acordo com este autor, em termos experimentais, há pouco conhecimento sobre esta agrotecnologia nas condições brasileiras. Diante do exposto, esta moderna agrotecnologia, não será considerada no SPPO. Por outro lado, no tocante a hidroponia estrita (cultivo na água e sem solo), em geral, aplica-se essa agrotecnologia concomitantemente com o cultivo em estufa. Devido ao custo inicial elevado da estrutura e dos equipamentos (FILGUEIRA, 2008), a hidroponia estrita não será considerada no SPPO, pois entende-se como uma agrotecnologia fora da realidade da maioria das UPFs.

Uma etapa importante do planejamento de uma horta é a avaliação da quantidade e da qualidade de água disponível para a irrigação e para a lavagem das hortaliças destinadas ao consumo próprio ou à comercialização. No planejamento deve-se incluir a análise laboratorial da água (LIZ, 2006). Ressalta-se que a qualidade da água, de forma semelhante ao que ocorre com o solo, pode ser avaliada física, química e biologicamente.

A primeira fase do SPPO foi fundamentada em revisão bibliográfica diversificada – artigos, dissertações, teses e livros dos diversos grupos ou áreas de pesquisas que estudam a olericultura – agronomia; engenharia de produção; administração rural; contabilidade rural; e economia e sociologia rural. De forma direta, não foi possível utilizar a frequência (%) preconizada pela análise de conteúdo (BARDIN, 2009). Entretanto, este foi o ponto de partida do SPPO e desta forma, com o confronto destes elementos (fatores e variáveis) destacados e apresentados aos especialistas (pesquisadores, professores, assistência técnica e demais atores ligados a temática) pode se filtrar os elementos intervenientes para a construção do SPPO.

A análise de conteúdo apresentou diversas variáveis sobre um determinado fator, após a verificação de que este fator é relevante, foi incorporado ao SPPO. Os especialistas (pesquisadores/professores e olericultores familiares) contribuíram (etapa 2 e 3 da presente fase) para definir as variáveis de acordo com o escopo do trabalho. Portanto, os especialistas contribuíram, por intermédio do processo de filtragem da análise de conteúdo.

Na sequência, uma pesquisa qualitativa foi realizada no período de outubro a novembro de 2009 em uma amostra composta por especialistas em olericultura, olericultores familiares e demais atores envolvidos com a cadeia de produção de hortaliças. Inicialmente foram entrevistados os especialistas em olericultura. Na próxima etapa foram entrevistados individualmente os olericultores familiares. Por fim, foram entrevistados os funcionários de entidades ligadas à produção olerícola. Um aspecto importante a ser mencionado quanto aos entrevistados é que estes foram sendo definidos ao longo das entrevistas. Embora houvessem sido pré-selecionadas as pessoas que comporiam a amostra, aproveitando suas contribuições de maneira substancial, durante a execução das entrevistas foram sugeridas, pelos entrevistados, outras pessoas que poderiam vir a ampliar a compreensão do assunto. Desta forma, foram realizadas 20 entrevistas com tempo médio de duração de uma hora. Estas ocorreram no ambiente dos produtores ou nas entidades visitadas, mediante agendamento prévio, definido em conjunto com os respondentes.

6.1.2 Etapa 2 da Fase 1: Consulta à especialistas

A segunda etapa desta fase consistiu na consulta à especialistas em olericultura e agentes de assistência técnica, realizando entrevistas individuais. Os especialistas entrevistados são: professores que lecionam olericultura; pesquisador da Embrapa Hortaliças/DF; engenheira-agrônoma de secretaria municipal de agricultura (SMA); extensionistas da EMATER/PR e do Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA, uma ONG com atuação na área de fomento de práticas agroecológicas) e escritório de

planejamento rural e agropecuário que atuam com a AF. Além destes, foram entrevistados especialistas em solos e climatologia agrícola da UTFPR – Campus Pato Branco que atuam com pesquisa, ensino e extensão na área, sendo estes indicados pelos especialistas em olericultura. Assim, o número de entrevistados foi maior do que o planejado. Um especialista indicava outro de uma área que podia contribuir para o desenvolvimento do sistema. Este novo especialista contribuía por meio do conhecimento de sua área de atuação. Quando foi entendido a sistemática do processo decisório, encerrou-se a etapa de entrevistas com especialistas. Ressalta-se que a metodologia proposta para o desenvolvimento não especificava o número de especialistas necessários para o desenvolvimento do sistema. Este deveria se encerrar quando do entendimento dos fatores e variáveis e quando não existissem conflitos importantes entre os especialistas sobre as estratégias adotadas no SPPO. Salienta-se que conflitos não ocorreram, nem mesmo entre especialistas e olericultores familiares.

A primeira entrevista (via correio eletrônico) consistiu, após a apresentação do objetivo do trabalho, no questionamento sobre a época de cultivo de hortaliças. Foi entrevistado o pesquisador líder do grupo de pesquisa da EMBRAPA hortaliças para a AF. Segundo este pesquisador, as informações divulgadas nas circulares técnicas são informações generalizadas e, portanto, devem ser adaptadas para cada região, em função, principalmente do microclima.

Para o município de Pato Branco, segundo o especialista,

“... as recomendações de melhor época de plantio para a região são semelhantes para as hortaliças de “verão” (primavera/verão) como abóboras, quiabo, jiló, pimenta, pimentão, batata-doce e milho verde, por exemplo, é necessário atrasar um pouco, devido a ocorrência de frio em agosto e início de setembro. No caso das hortaliças de “inverno”, como o frio na região é mais rigoroso, com ocorrências de geadas, para alho, cebola, repolho, couve, couve-flor e brócolis, por exemplo, não existe problema, mas as culturas intermediárias como alface, tomate, seriam recomendadas se cultivar no verão”.

Isto posto, reforça a ideia de que a época de plantio depende da região. O especialista também recomendou buscar informações mais específicas no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e na EMATER/PR. Entretanto, em consenso com os especialistas entrevistados, o sistema deve ficar aberto, pois a época de plantio pode ter alterações dentro de um município devido ao microclima e solo, por exemplo.

O segundo especialista consultado foi por 10 anos extensionista da EMATER/PR e atualmente é professor do curso de agronomia, lecionando a disciplina de olericultura na

UTFPR – Campus Pato Branco. Além disso, participa do curso de pós-graduação em desenvolvimento regional, atuando na área de agroecologia. O tema de sua tese de doutorado também é ligado a produção e comercialização de hortaliças, mais especificamente, as feiras livres. Por outro lado, a terceira especialista consultada é engenheira-agrônoma, com mestrado e doutorado relacionados a produção de hortaliças. Atualmente é professora/pesquisadora da UTFPR – Campus Dois Vizinho, atuando no curso superior de Tecnologia em Horticultura, lecionando disciplinas relacionadas à olericultura. Em um primeiro momento foi apresentado aos entrevistados o trabalho que seria desenvolvido. Os pesquisadores entenderam a relevância do trabalho e se prontificaram em colaborar com sua experiência para o desenvolvimento do SPPO. A principal contribuição destes especialistas foi apontar os fatores que deveriam ser incorporados ao sistema proposto. Na visão destes pesquisadores, os fatores agroecológicos, agrotecnológicos, mercadológicos e conhecimento dos olericultores são essências e devem estar contemplados no SPPO.

A quarta especialista consultada é engenheira-agrônoma com especialização em fitoterapia (incluindo algumas hortaliças). Há 10 anos tem atuado com assistência técnica, por intermédio da SMA, aos olericultores familiares do município de Pato Branco/PR. Segundo a especialista, os olericultores são os produtores que mais procuram assistência, entretanto, por vezes, não seguem as orientações recebidas. De acordo com a entrevistada os principais canais de distribuição da produção utilizados pela AF são: feira livre (mercado do produtor), supermercados (inclusive com a produção orgânica), compra direta da CONAB (Programa de Aquisição de Alimentos, PAA) e merenda escolar (30% da AF).

A Declaração de Aptidão (DAP), necessária para receber os recursos do PRONAF e participar do PAA e merenda escolar, é por família (BALSADI, 2004). Em Pato Branco, 18 ha representa um módulo fiscal. Assim, para ser enquadrado como AF e ter a DAP é preciso possuir no máximo 4 módulos fiscais (72 ha). No caso do PAA, o valor anual da compra da CONAB é de R\$ 4.500/UPF. Este valor parece baixo, mas, alguns produtores não conseguem ter produção para atingir este patamar. Segundo a agrônoma da SMA entrevistada, o principal motivo é a falta de planejamento da produção. Por outro lado, a partir do Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural (CMDR) de Pato Branco – decisão local do grupo gestor –, foi determinada a concessão de mais de um DAP por UPF, desde que cada produtor tenha sua “Nota Produtora” e arrendamento, isto é, que demonstre que tem produção independente, mesmo que resida sobre o mesmo teto. Além disso, o produtor deve ter mais de 20 anos. Há casos de filhos casados que residem junto com os pais, se fosse seguir a normativa para a

concessão da DAP, não poderia. Isto poderia fazer com que mais uma família abandonasse a atividade rural. Neste sentido, deve-se enaltecer a atuação dos CMDRs.

No município de Pato Branco, de acordo com a engenheira-agrônoma da SMA e com proprietários de agropecuária, não existe um viveiro produtor de mudas de hortaliças. As mudas comercializadas nas agropecuárias são provenientes, principalmente, de três localidades: Palmas/PR (100 km), Chapecó/SC (200 km) e Concórdia/SC (200 km). A entrega é semanal. Inclusive, estes viveiristas vem até Pato Branco adquirem as sementes e depois das mudas em ponto de transplântio são transportadas à Pato Branco para serem adquiridas pelos olericultores locais. O custo de transporte destas mudas são repassadas ao custo final das mudas, reduzindo, desta forma, o lucro final da produção de hortaliças. Segundo a agrônoma, por várias vezes, já foi apresentado aos produtores esta oportunidade de investimento. Entretanto, os produtores acreditam ser uma atividade complicada e que necessita de investimento iniciais que não se dispõem.

O próximo especialista entrevistado pertence ao quadro do CAPA, uma ONG pertencente a Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil (IECLB), porém prestando assessoria indiferente do credo religioso do agricultor. O especialista é técnico em agropecuária, com especialização na produção ecológica de alimentos. Atuando a mais de 20 anos na ONG, as principais atividades desenvolvidas são relacionadas à assessoria na organização de agricultores, planejamento de produção e comercialização de hortaliças. Além disso, também exerce a profissão de produtor de hortaliças. Os fatores apontados por este especialista corroboram com os apontados pelos entrevistados anteriores.

Um outro entrevistado da EMATER/PR é técnico agrícola e administrador de empresas, com atuação desde 1982. No município de Pato Branco não há um técnico especializado na assessoria aos olericultores. Segundo o entrevistado, como não há especialista em olericultura na unidade de Pato Branco, mas existindo demanda, pode ser agendado um curso com um profissional da rede EMATER/PR para repassar informações macro sobre a atividade olerícola. Porém, devido a grande demanda no local de origem do profissional, isto raramente ocorre. Esta realidade foi confirmada com os olericultores familiares entrevistados. Ressalta-se ainda que foi realizada uma entrevista com a profissional especialista em olericultura da instituição unidade de Saudade do Iguaçu/PR, quando da realização de reunião da entidade. Em suma, não houve grandes avanços para contribuir para o desenvolvimento do SPPO em termos de fatores que deveriam ser incorporados. No entanto, contribuíram para o entendimento da sistemática que envolve a produção olerícea na AF.

Segundo estes especialistas, para o financiamento do custeio e comercialização, trabalha-se, em geral, com recursos próprios. Por outro lado, para o financiamento de investimento (casas de vegetação e sistemas de irrigação, por exemplo), os projetos têm sido desenvolvidos pelo Banco do Brasil e Cresol-baser junto com os escritórios de planejamento e assistência técnica privado. Ressalta-se que 2% dos valores financiados são destinados a elaboração do projeto técnico e que, portanto ficam com os escritórios privados. Ainda, de acordo com os entrevistados, toda a orientação técnica vem das agropecuárias ou do próprio conhecimento do olericultor. Estes resultados corroboram aos encontrados pelos estudos do projeto GIAF, realizado no município de São Carlos/SP, no ano de 2005, pela UFSCar.

O governo federal voltou a investir nas unidades regionais EMATER para a prestação de assistência técnica (um resgate da EMBRATER). Devido ao reduzido número de funcionários, a EMATER/PR, em geral, tem atuado na orientação sobre como administrar a UPF. Neste sentido, reconhece o funcionário entrevistado, os produtores ficam sem a assistência no dia a dia do trabalho de campo. Os governos federal e estadual estão reestruturando as ATERs para que possam prestar uma assistência técnica mais efetiva nas UPFs e não somente com orientações sobre a parte administrativa. No estado do Paraná, para 2010 serão investidos R\$ 20 milhões, sendo R\$ 16 milhões do governo federal e o restante do governo estadual.

As próximas entrevistadas foram as sócias/proprietárias de uma empresa de planejamento agrícola no município de Pato Branco. Uma das sócias é engenharia-agrônoma e mestre em agronomia, a outra é administradora de empresas. Esta empresa foi incluída na amostra por ser responsável pelos projetos técnicos para a obtenção de créditos rurais via PRONAF, realizadas na cooperativa de crédito Cresol-baser. Entretanto, os trabalhos de consultoria realizados referem-se, em geral, ao planejamento e acompanhamento da produção de grão (soja, milho, feijão e trigo). Alguns trabalhos relacionados a produção olerícola são realizados por meio do seguro de casas de vegetação, tendo em vista da incidência de ventos fortes na primavera/verão.

Segundo estas entrevistadas, as entidades públicas deixam a desejar na assistência técnica que prestam aos agricultores familiares. Estes produtores recebem financiamentos de até 12 mil reais/ano e por lei tem direito de assistência gratuita. Apesar das entidades públicas afirmarem que executam a assistência, na opinião das entrevistadas o auxílio refere-se somente na elaboração do projeto para o pleiteamento do crédito rural. Ademais, não tem acompanhamento na propriedade. Ressalta-se que no município há somente um técnico da

EMATER/PR local e uma engenheira agrônoma da SMA que prestam esta assessoria a centenas de produtores, o que pode confirmar a afirmação das entrevistadas.

Os principais fatores e variáveis apontados pelos especialistas, como relevantes à construção do SPPO, foram: (i) mercado (canais de distribuição, demanda e preços) e aspecto cultural da região (conhecimentos e tradições do agricultor, vocação da região para determinadas culturas, que, em geral, está contemplado na demanda do mercado regional); (ii) clima: temperaturas extremas (mínima e máxima), precipitação pluviométrica (chuvas), fotoperíodo, insolação, radiação solar global, umidade relativa do ar (UR), geadas e ventos. Ao considerar o histórico dos dados agroclimáticos da localidade (microclima), contempla-se alguns elementos geográficos como latitude, longitude e altitude, por exemplo; (iii) solo: os especialistas recomendam a análise física (granulometria) do solo, indicando a textura do solo: percentuais de argila (68,7%, por exemplo); areia (3,0%, por exemplo) e silte (28,3%, por exemplo), estrutura, compactação, declividade, grau de erosão, matéria orgânica e nutrientes, por exemplo. Além disso, segundo os especialistas consultados, como a fertilidade dos solos é um dos principais fatores que influenciam a produtividade das hortaliças, deve-se realizar análise laboratorial de solos: método mais utilizado para obter este conhecimento, por ser rápido, de baixo custo e apontar suas deficiências e necessidades. Em geral, a profundidade de interesse agrônomo para a maioria das hortaliças é entre 0 e 20 cm, devendo-se observar também os fatores biológicos (micro-organismos do solo, doenças, pragas e ervas daninhas, por exemplo); e (iv) água: a falta de água é um dos principais fatores responsáveis pela queda de produtividade das oleráceas. Neste sentido, de acordo com os especialistas entrevistados, para o fator água, deve-se observar a quantidade disponível, a distância entre a fonte e o local de cultivo e, principalmente a qualidade da água (isenta de patógenos e com baixa concentração de sais e de resíduos químicos ou orgânicos). Além disso, deve se ter conhecimento sobre a intensidade e a distribuição de precipitação pluviométrica e possibilidade de veranicos na localidade. De posse destas informações, o sistema de irrigação pode ser manejado de forma adequada. Salienta-se que, para verificar a qualidade da água, deve ser coletada uma amostra e analisada em laboratórios credenciados.

O excesso de vento é prejudicial às oleráceas (AMARO *et al.*, 2007). Assim, as hortaliças devem ser abrigadas de ventos fortes e constantes, especialmente quando se trata de ventos frios. Historicamente, no município de Pato Branco/PR, a maior concentração de ventos e velocidades médias é nas direções Sudeste (23,05% do total) e Sul (21,60% do total), mas ocorreram picos de ventos chegando a 70 km/h nas várias direções (TABALIPA e FIORI, 2008). Entretanto, segundo a literatura e especialistas, o vento pode ser manejado

(minimizar os efeitos danosos) por meio do plantio de árvores de porte médio/alto, formando-se quebra-ventos naturais, composto por plantas arbustivas ou sub-arbóreas, como flor-de-mel ou murta ou sansão-do-campo ou ora-pro-nóbis, por exemplo. Desta forma, esta variável não será incorporada ao SPPO. No entanto, recomenda-se que o olericultor e/ou técnico reserve a devida atenção a esta variável.

Um outro ponto de destaque nos resultados das entrevistas é relacionado às formas de propagação das oleráceas, que podem ocorrer via sexuada (com sementes) e/ou assexuada (sem sementes). Segundo a literatura e os especialistas consultados, os principais problemas ocorrem com a propagação assexuada, merecendo destaques: (i) volume relativamente grande; (ii) ausência ou limitação de material propagativo com sanidade adequada disponível no mercado para a aquisição pelos produtores de hortaliças; (iii) aumento do custo de produção (o material propagativo pode representar até 30%), visto que grande percentual do produto obtido da exploração da cultura (até 20%) deve ser empregado na implantação de novos cultivos; (iv) dificuldade de conservação do material propagativo; (v) ausência de normas de produção e de comercialização de material propagativo; (vi) dificuldade de atender às programações de plantio e de produção em razão da não disponibilidade das estruturas para a venda no mercado; (vii) custo de produção alto devido a esse “insumo” material propagativo também é o de interesse na exploração visando a venda para consumo.

O pousio são áreas que garantem o “descanso” do solo após cultivo intensivo para reconstituir e conservar suas propriedades químicas, físicas e biológicas (RESENDE e VIDAL, 2008). Neste sentido, segundo os especialistas, o olericultor deve prever esse período no planejamento da horta, pois, para produção de hortaliças, que utiliza intensamente os recursos do solo, esta prática é fundamental. Por outro lado, a adubação verde consiste no cultivo de espécies com objetivo de adicionar matéria orgânica, reciclar nutrientes e fixar nitrogênio biologicamente, podendo ser incorporada ou mantida sobre a superfície do solo. Dos tipos de adubação verde, as gramíneas (poáceas) atuam mais na estruturação do solo e fornecimento de matéria orgânica, enquanto que as leguminosas (fabáceas) são fundamentais na disponibilidade de nutrientes (SAMINEZ *et al.*, 2007). Para a escolha do tipo de adubo verde a ser cultivada, deve-se observar a produção de biomassa, o número de dias necessários para florescimento da espécie, além da época indicada (de verão ou de inverno) e as condições edafoclimáticas (clima e solo) ideais. Vale salientar que a adubação verde exclusiva de primavera/verão se adapta muito bem em esquemas de rotação com hortaliças, cujo cultivo é mais intensivo na época de outono/inverno. Segundo os especialistas entrevistados, as culturas mais importantes para serem consideradas como adubos verdes para a produção de

hortaliças são: (i) mucunas (*Stizolobium sp.*); (ii) crotalárias (*Crotalaria sp.*); (iii) aveia-preta (*Avena sttigosa*); (iv) ervilhaca (*Vicia sativa*) (v) tremoço-branco (*Lupinus albus*); (vi) feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*); e (vii) ervilha/vica peluda (*Vicia viliosa*), devendo a escolha da espécie ficar sob a responsabilidade do olericultor/técnico.

Por fim, os entrevistados apontaram a necessidade de conhecimento, por parte dos olericultores, das principais instituições e/ou entidades que podem ser utilizadas como suporte para o desenvolvimento da atividade olerícola. Finalizada a etapa de descrição das entrevistas com especialistas e apontados os principais resultados, a próxima subseção apresenta os resultados advindos das entrevistas individuais com os olericultores familiares.

6.1.3 Etapa 3 da Fase 1: Entrevista com olericultores familiares

A terceira etapa da Fase 1 consistiu em entrevistar individualmente olericultores familiares do município de Pato Branco, extraindo suas experiências sobre o planejamento da produção de hortaliças para a elaboração do SPPO. As entrevistas ocorreram no mês de novembro de 2009. Neste município, de acordo com dados fornecidos pela SMA, há 1.791 produtores distribuídos em 33 comunidades, que possuem o cadastro de produtor rural municipal (CAD-PRO), sendo 79 olericultores. Além disso, há 1.637 propriedades com até 50 ha, 119 propriedades de 50 a 100 ha e 35 propriedades com mais de 100 ha. Ao todo foram entrevistados sete olericultores e a descrição do histórico de vida não será relatado por questão de espaço. Embora a amostragem de olericultores familiares tenha sido intencional e não-probabilística, considera-se que sua representatividade (8,86%) seja suficiente para validar as informações geradas. Assim, buscou-se entrevistar produtores com diferentes sistemas de produção e/ou estratégias de comercialização.

Nesta etapa foram entrevistados produtores, que fossem representativos do município, visando obter informações sobre os diferentes sistemas de produção (convencional ou plantio no solo sem cobertura, plantio direto ou cultivo mínimo, orgânico, casas de vegetação e hidroponia) e que atuassem com canais de distribuição diferenciados. Exemplificando, foram entrevistados: (i) dois feirantes do mercado do produtor (feira livre) que comercializam no canal somente hortaliças e que estes produtos fossem exclusivamente oriundos de sua UPF, sendo um com produção convencional e um outro com produção orgânica; (ii) dois olericultores orgânicos, porém com canais de distribuição e certificadoras de produção diferentes; (iii) um olericultor que produz no sistema hidropônico; (iv) UPFs com perfis diferentes de organização do sistema produção e comercialização: uma UPF com o homem produtor e a mulher comerciante e uma outra com as funções invertidas; (v) olericultores com

mais de cinco anos na atividade, procurando extrair a experiência acumulada, bem como novos olericultores (menos de 5 anos), indicando que é uma atividade em expansão, principalmente para a atuação em nichos de mercado; (vi) um olericultor associado de uma cooperativa de crédito; e (vii) um produtor que realiza curso de cooperativismo e participa como membro na formação da cooperativa dos agricultores familiares de Pato Branco.

Os olericultores entrevistados responderam de forma positiva aos questionamentos, acreditando que possa ser desenvolvido um sistema que lhes facilite o planejamento de sua produção. A partir das entrevistas buscou-se dos olericultores: idade, formação escolar e experiência agropecuária; os recursos disponíveis na unidade de produção; os sistemas de produção e o destino da produção; o nível de informação sobre as formas de crédito agrícola; as formas de financiamento utilizadas; a relação com as instituições de crédito, com destaque para as agências bancárias que operam linhas de crédito voltadas para a AF; as principais práticas de planejamento e controle, com ênfase para gestão de recursos financeiros (custos de produção e investimentos); as fontes de informação e principais referências para as suas tomadas de decisão; e a relação com a extensão rural (pública e privada) no município. As principais características dos olericultores e de suas UPFs são relatados de forma sintetizada na sequência, partindo da Figura 25. Além do exposto, ocorreu unanimidade na produção, que ocorre sob demanda e a compra de sementes, mudas e insumos nas agropecuárias.

Olericultor	Área (mil m ²)	Experiência (anos)	Sistema produção	Sistema Irrigação	Canais de distribuição	Distância ao canal (km)	Financiamento da Produção	Análise de solo e água
A	20	30	Convencional ou plantio direto	Aspersão/gotejamento	PAA, supermercados, restaurantes e hospitais	5	Recursos próprios	Sim. Não
B	10	11	Orgânico	Gravidade e aspersão	Quitanda própria e supermercado	3	Recursos próprios	Sim. Não
C	85	25	Convencional	Aspersão	Supermercados	2,5	Recursos próprios	Sim. Não
D	10	10	Convencional	Aspersão	Restaurantes e supermercados	6	Recursos próprios e Pronaf	Sim. Não
E	2,5	2,5	Convencional	Aspersão	PAA, Feira livre supermercados, restaurantes e venda de cestas	13	Recursos próprios e agropecuária (10%)	Sim. Não
F	5,0	22	Hidropônico (alface e agrião)		Supermercados, restaurantes e atacadista	2	Recursos próprios	Sim. Sim
G	2,2	8	Orgânico com estufa para alfaces	Aspersão	PAA, Feira livre, supermercados, restaurantes, lanchonetes e venda de cestas	28	Recursos próprios	Sim. Não

Figura 25 – Síntese das entrevistas individuais com os olericultores familiares de Pato Branco/PR

Fonte: Elaborada pelo autor

Em geral, os produtores de hortaliças são migrantes da produção de grão ou que ainda desenvolvem atividades paralelas (grãos e bovinocultura leiteira, principalmente). Os próprios

entrevistados desenvolvem todas as atividades necessárias: braçais e/ou mecanizáveis, gerenciamento dos recursos humanos, econômicos, materiais e ambientais, relações de mercado, legislação e controle mental da produção. O planejamento da produção olerácea executado por estes produtores é imediatista, o que é justificável (ou compreensível), dentro do contexto socioeconômico em que vive a AF. Além disso, os entrevistados revelaram que desenvolvem suas atividades sem orientação agrônoma. Entretanto, justificam que o fazem por falta de profissionais especializados na produção. Não há surpresa na constatação da ausência de assistência técnica qualificada, pois segundo Filgueira (2008), em razão das peculiaridades e complexidades da produção de hortaliças, esta atividade constitui verdadeiro desafio para o agrônomo que se dedica à assistência técnica. Além disso, existe uma maior dedicação das universidades na formação de profissionais para atuarem nos sistemas de produção de *commodities*, isto é, a maioria dos técnicos e engenheiros agrônomos dedica-se aos elos da cadeia produtiva de grãos. De acordo com um dos especialistas consultado, a área hortícola (olericultura, fruticultura, floricultura, condimentos e plantas medicinais) é considerada como uma das áreas marginais da agronomia.

Além das informações que constam na Figura 25 e as anteriormente mencionadas, merecem destaques as unanimidades: (i) as mudas/sementes são adquiridas nas agropecuárias do município com pagamento à vista ou a prazo de até 30 dias; (ii) todos comercializam a produção com supermercado. Entretanto não é o único canal de distribuição utilizado para escoar a produção; (iii) a produção é financiada com recursos próprios da atividade ou de outras atividades também desenvolvidas na UPF; (iv) há predomínio de mão de obra familiar. Entretanto, afirmam que os recursos humanos são um dos principais fatores restritivos para a ampliação da produção. A legislação trabalhista atual dificulta a contratação de mão de obra permanente com carteira assinada devido aos encargos trabalhista; (v) a maioria realiza ou realizou análise de solo. Por outro lado, a análise de água é mais rara. Esta última é mais crítica para a produção de folhosas que são consumidas “*in natura*”; (vi) tem uma produção diversificada, com várias hortaliças de tipos variados (folhosas, raízes e frutos, por exemplo); (vii) a quantidade produzida é determinada em função da demanda (produção que acredita conseguir vender) e não existe uma demanda com contrato formal e por vezes, nem informal. Algumas vezes, quando o produto está apto para a venda, busca o canal para escoamento da produção. Nestas circunstâncias os preços recebidos são aquém do esperado, inclusive com valores abaixo do custo de produção para produtos da época; (viii) o tipo de solo predominante é o argiloso, solo característico da região Sudoeste do Paraná. Este tipo de solo é mais propício a produção de hortaliças cuja parte comercial desenvolve-se acima da

superfície do solo como alface, repolho e tomate, por exemplo; (ix) há predomínio das propagadas via sementes. As hortaliças propagadas por estruturas vegetativas são raras devido ao tipo de solo argiloso não ser o mais adequado, os custos de produção são mais elevados, a dificuldade em encontrar os materiais propagativos e a baixa demanda regional destas oleráceas; (x) todos os produtores utilizam algum tipo de sistema de irrigação; e (xi) a maioria utiliza alguma forma de plasticultura (cultivo sob plásticos) para determinadas hortaliças.

A complexidade do agronegócio exige olericultores capazes de ter uma visão global de todos os aspectos, sejam agroclimáticos, agrotecnológicas, administrativos ou mercadológicos. Entretanto, não foi isto que as entrevistas individuais revelaram. Os olericultores entrevistados não têm clareza sobre os custos de produção. Estes não fazem o plano de negócio: levantamento dos custos de produção, estimativas de produção e preços de vendas, por exemplo. Assim, corroborando com Filgueira (2008), a administração das UPF entrevistadas confunde-se com a própria pessoa do olericultor-empresário e engloba suas decisões e ações de ordem organizacional, gerencial, comercial e agrotecnológicas. Entre os entrevistados, ficou evidente a ausência de planejamento e mecanismos de controle da produção e estudo sobre a viabilidade dos projetos de investimentos por eles considerados necessários, demonstrando o predomínio de formas empíricas de administrar as atividades produtivas, a exemplo do relatado no trabalho de Mundo Neto e Souza Filho (2003).

Para obter informações sobre as linhas de crédito disponíveis para a AF e as suas condições de operacionalização, foram realizadas entrevistas individuais com representantes das instituições relacionadas ao desenvolvimento da AF no município: Banco do Brasil, Cresol-baser, SMA e EMATER/PR. Corroborando com os resultados encontrados por Mundo Neto e Souza Filho (2003), apesar de grande parte dos entrevistados serem potenciais beneficiários do PRONAF, nenhum deles recebeu diretamente recursos desse programa. Segundo os funcionários entrevistados os bancos não estão financiando o custeio da produção e comercialização de hortaliças, mas somente o financiamento de investimentos. Diante do exposto, os olericultores utilizam recursos próprios para financiar a produção (cerca de 90% da produção). Outra importante constatação é que a maioria dos agricultores utiliza a opção de pagamento a prazo, oferecida pelos fornecedores de insumos (agropecuárias), caracterizando-se como uma importante alternativa de financiamento.

Como a maioria das culturas produzidas pelos olericultores é de ciclo curto, parte do capital de giro dos olericultores é financiada pelos fornecedores de insumos, uma vez que a frequência média de pagamento é mensal. Assim, para os olericultores que já desempenham esta atividade com algum tempo, é mais fácil o planejamento financeiro. Desta forma, para a

produção e comercialização, entende-se que trabalhar com recursos próprios é uma alternativa interessante. Entretanto, para investimentos é fundamental acessar as linhas de financiamento específicas (casas de vegetação, sistemas de irrigação e câmara frigorífica, por exemplo). Exemplificando: um financiamento do Pronaf para a aquisição de equipamentos de irrigação, tem como características: 7 anos para amortização e taxa de juros de 2% ao ano.

No Brasil são plantados cerca de 700 mil ha com hortaliças, sendo pequena proporção em ambiente protegido. Entretanto, foram encontrados muitos olericultores utilizando-se de ambiente protegido com plásticos disposto sobre uma estrutura simples, sem o uso de aquecimento ou refrigeração artificiais e sem a necessidade do uso da energia elétrica. Segundo a literatura, especialistas e olericultores entrevistados, esta agrotecnologia confere maior segurança e constância, maior produtividade e produtos mais limpos, precocidade da safra e alongamento do período de tempo propício para a exploração das culturas.

De acordo com Filgueira (2008), para avaliação da fertilidade, é necessário providenciar uma análise química e física de solo, a mais completa possível, abrangendo todos os macro e micronutrientes. Entretanto, estes resultados devem ser adequadamente interpretados. Na afirmação dos olericultores entrevistados, há dificuldade de encontrar um profissional que realize esta tarefa no município de Pato Branco. Esta afirmação foi confirmada pelos especialistas em olericultura e pela assistência técnica pública, pois, segundo esta última, não há pessoal disponível para realizar a análise dos resultados. Por outro lado, a assistência técnica privada não tem interesse em atuar com tal nicho de mercado.

O fato de não existir um viveiro de produção de mudas de hortaliças em Pato Branco, traz alguns transtornos para os olericultores. O primeiro refere-se ao fato da principal empresa produtora de mudas localizar-se a 200 km de Pato Branco, no estado de Santa Catarina, com um microclima bem diferenciado. Desta forma, as cultivares, muitas vezes são indicadas àquela região e não para Pato Branco, favorecendo para que olericultores plantem cultivares não adaptadas à região e a época do ano. Exemplificando, na época das entrevistas, alguns produtores estavam comercializando, no mercado do produtor, alfaces do tipo americana de cultivar de inverno no início de novembro. Este fato concorreu para que não houvesse desenvolvimento ideal da planta e com aparência que desagrada aos consumidores. Ao ser questionado o porquê ainda plantar uma cultivar de inverno, os olericultores reclamam que o viveirista somente tinha mudas destas cultivares, pois segundo o viveirista ainda não tinha sido possível a produção de cultivares de verão. Em suma, de acordo com as entrevistas realizadas, há dificuldade no plantio de várias hortaliças. Em alguns momentos, as empresas que fornecem mudas, acabam atrasando ou não têm as cultivares mais indicadas para cada

época do ano. Por outro lado, na escolha de cultivares com semeio direto, a maioria dos olericultores segue as recomendações das agropecuárias. Na maioria das vezes, o funcionário da agropecuária simplesmente observa no rótulo das embalagens de sementes a cultivar mais indicada para o momento. Entretanto, alguns olericultores utilizam-se de sua experiência e não ficam na dependência das agropecuárias.

Os olericultores entrevistados entendem que a produção precisa ser engenhada para atingir quantidade, qualidade e constância que o mercado exige. No entanto, acreditam que a experiência na produção e comercialização de hortaliças possibilita informações que os auxiliem a estabelecer quais produtos devem ser produzidos, em que quantidades e época do ano. Porém, reconhecem que isto ocorre de forma empírica, sem registro histórico, baseado no conhecimento acumulado nos vários anos de produção. Além disso, os produtores ressaltaram que não tem havido dificuldade para escoar a produção, mas existem restrições para ampliação da produção como intempéries climáticas, falta de mão de obra e assistência técnica qualificada na produção de hortaliças e dificuldade no planejamento da produção.

Os principais canais de distribuição da produção utilizados são os supermercados, a feira livre e os restaurantes existentes no município. No município de Pato Branco há, segundo dados da junta comercial (2009), 34 supermercados, 14 hotéis e 37 restaurantes. Além disso, a maioria dos olericultores entrevistados já comercializou com empresas atacadistas, mas os preços praticados, reclassificação da produção entregue e o prazo de recebimento são os principais fatores que desestimulam atuar com estes canais.

A feira livre de Pato Branco, que existe há mais de 50 anos, transformou-se em mercado do produtor em julho de 2009. Desta forma, oferece-se um lugar melhor para os produtores/comerciantes e consumidores. Ressalta-se que anteriormente a feira livre ocorria em um barracão alugado, com parte dos custos de locação subsidiado pela SMA do município. Segundo os feirantes as vendas elevaram-se após a inauguração do mercado do produtor. Assim, as feiras livres continuam a ter seu espaço no contexto social. Segundo Godoy (2005), um dos fatores capazes de permitir a persistência deste canal através do tempo, é que do ponto de vista do consumidor, estas, preservam uma dinâmica de funcionamento peculiar, com a possibilidade de negociação de preço dos produtos e um atendimento personalizado, oferecendo em um mesmo espaço, uma maior diversidade e qualidade de artigos, de procedência regional, sendo também um espaço propício à ocorrência de relações sócio-afetivas. De acordo com Masutti (2005), há uma significativa valorização das feiras, evidenciando que esse espaço ainda é valorizado e continua sendo um canal importante para os pequenos produtores. A amizade que os consumidores têm com os feirantes é um fator

decisivo na hora da compra. Vale salientar que no mercado do produtor, os produtos orgânicos e convencionais são vendidos pelo mesmo preço. Dessa forma, esses produtores levam para o lado politicamente correto de “permitir que os consumidores escolham livremente, não somente os de melhor poder aquisitivo”. Alguns desses esquemas desenvolveram-se após a criação do sistema da “certificação participativa” da produção.

No município de Pato Branco, existe uma consolidação do sistema de produção de base ecológica, com histórico de uma década, trabalhando com certificação da produção orgânica (redes ECOCERT[®], ECOVIDA[®] e IBD[®]). Segundo um dos cooperados da Rede Ecovida, esta é a certificadora de menor custo no mercado (R\$ 36,00/ ano + 12 vezes de R\$ 12,00 por família). A rede Ecocert, segundo um dos cooperados tem o representante em uma cidade vizinha, mas não mencionou o custo de certificação. Desde o início de 2010 o TECPAR está realizando a certificação de produção orgânica, a partir de um convênio com as universidades presentes no estado do Paraná. A TECPAR em parceria com a UTFPR – Campus Pato Branco, conta com um professor e quatro estagiários para realizar a certificação. Nos três primeiros anos não há custo para os produtores. Neste período também pode ocorrer a migração do sistema de produção convencional para o orgânico. Depois de transcorrido este período, o custo anual de certificação será de R\$ 300,00 por produtor/família.

Os olericultores do município apoiados pela EMATER/PR e SMA estão formando uma cooperativa de agricultores familiares para atender a demanda dos programas: (i) compra direta do programa PAA/CONAB; e (ii) mínimo de 30% da AF para a merenda escolar. Na cooperativa deve haver um planejamento de produção organizado dos sócios para que tenham condições de produção contínua e oferta estável. Assim, defende-se que um sistema de distribuição da produção facilitaria o controle das quantidades a serem produzidas em cada propriedade, e uma maior especialização dos produtores nas áreas específicas de produção. Dessa forma, é possível manter uma regularidade na oferta e garantir maior poder de barganha na negociação dos produtos. Além disso, defende-se a intensificação da participação da agroindústria familiar no mercado local, ampliando a oferta de produtos minimamente processados.

As mulheres estão cada vez mais participativas na administração do agronegócio da família. As duas UPFs que produzem a partir do sistema de produção orgânicos, tem como mão de obra somente o casal. Na primeira UPF, o homem produz e a mulher comercializa a partir de uma quitanda – principal canal de distribuição da produção – próximo do centro da cidade. Já na segunda UPF, ocorre uma inversão, a mulher é responsável pela produção e o homem responsável pela comercialização a partir das entregas diárias aos canais:

supermercados, restaurantes e lanchonetes. Entretanto, esta segunda UPF também utiliza como canal o mercado do produtor municipal. Neste canal, semanalmente a mulher é responsável pela comercialização nas quartas-feiras e aos sábados.

A partir dos resultados advindos da análise de conteúdo e das entrevistas individuais foram adotadas algumas decisões estratégicas para nortear e definir a abrangência do sistema proposto. A próxima seção procura detalhar estes pormenores.

6.1.4 Escopo e estratégias adotadas na construção do SPPO

No SPPO estão contemplados os sistemas de produção: (i) a campo; (ii) em ambiente protegido com solo; (iii) plantio direto (ou cultivo mínimo); e (iv) produção orgânica. Entretanto, estão excluídas as possibilidades: (i) em ambiente protegido sem solo em hidroponia estrita; e (ii) em ambiente protegido sem solo em substrato. Além disso, no tocante as boas práticas agronômicas (convencional ou orgânico): (i) aplicação de compostos orgânicos. Entende-se como um manejo, portanto, fica a cargo do olericultor ou assistência técnica; (ii) adubação verde; (iii) pousio; e (iv) rotação de culturas, por exemplo. Estas duas últimas práticas são contempladas no SPPO. Assim, para a elaboração do sistema proposto, entende-se a UPF como um agroecossistema, que se traduz em um sistema agrícola baseado na biodiversidade do local. Para isso, busca-se o uso mínimo de produtos externos à propriedade. Neste contexto, o sucesso e a sustentabilidade dependem da integração de todos os recursos internos da propriedade, buscando-se explorar ao máximo os fatores inerentes ao ambiente. Em suma, busca-se o ótimo utilizando-se dos recursos disponíveis para a produção.

A partir do contato com EMATER/PR, CAPA, IAPAR e UTFPR – Campi Pato Branco e Dois Vizinhos foi constatado que não existe um calendário de plantio de hortaliças para a região Sudoeste do Paraná. As instituições – governamentais e ONGs – que prestam assistência técnica aos olericultores utilizam as informações das empresas produtoras de sementes. Por outro lado, as universidades procuram testar algumas espécies ou cultivares, entretanto, reconhecem que ao término de um experimento já surgiram novas cultivares. Neste sentido, foi adotado como base o calendário publicado por Amaro *et al.* (2007) da Embrapa Hortaliças que é indicado para a AF. Dados complementares foram buscados em outras publicações. Assim, no SPPO são consideradas as principais espécies oleráceas de interesse econômico e adaptadas para a AF cultivadas no Brasil. Para a formação do banco de dados técnicos sobre as culturas incorporadas no SPPO, foram consultados boletins, circulares técnicas ou informes de pesquisas relacionados às culturas específicas ou divulgadas por meio de artigos científicos. Além disso, para os custos de produção será utilizado como base as

planilhas propostas pela EMATER/DF e confrontados com os valores da localidade. Por fim, como não existe um histórico dos preços das hortaliças para o Sudoeste do Paraná será utilizados os valores das CEASAs do estado do Paraná na ausência de valores dos canais.

De acordo com Filgueira (2008), o passo inicial para a instalação de uma cultura olerácea é a criteriosa escolha da gleba sobre a qual será implantada. Entretanto, no SPPO, esta etapa deve ser executada pelo olericultor e/ou assistência técnica. Desta forma, o sistema proposto parte da premissa de que isto já foi executado. De forma semelhante, a disponibilidade de água, inclusive a localização da fonte em relação à área a ser irrigada, é um dos pontos fundamentais no planejamento que deve ser realizada pelo decisor (olericultor e/ou técnico). Por outro lado, o manejo inadequado do sistema de irrigação pode provocar a salinização. Neste sentido, os especialistas consultados recomendam a análise e o monitoramento da água utilizada para a irrigação. Ressalta-se que a questão da salinidade não será incluída no SPPO. A justificativa tem respaldo na literatura nacional e nos especialistas consultados que não a citam como uma variável relevante do fator solo.

A previsão climática tem alcançado altos índices de acerto, porém as previsões são diárias ou trimestrais. O horizonte de planejamento do SPPO é anual, com programação de produção semanal. Neste sentido, as previsões serão realizadas para as 52 semanas do calendário olerícola, com base no passado histórico das variáveis climáticas.

O período compreendido entre a sementeira e o estabelecimento das plântulas é uma fase crucial da produção olerícola (NASCIMENTO, 2000) que interfere no desenvolvimento da planta. Neste sentido, os especialistas sugeriram utilizar um intervalo de temperatura do ar “aproximadamente ideal” de germinação (emergência) e um outro para a temperatura de desenvolvimento (crescimento e produção) para cada olerácea, devido às especificidades termoclimática necessárias para uma produção eficiente.

É imprescindível que o olericultor familiar faça um estudo de seu mercado antes de se definir o que irá plantar, a quantidade, qualidade e época que irá produzir. Após a definição do(s) canal(is) de distribuição da produção, o que precisa ser entregue, em que quantidade e quando, o SPPO pode auxiliar no planejamento da produção para atender a demanda solicitada. Assim, uma das premissas do SPPO é que exista mercado – o olericultor já identificou o(s) canal(is) com o qual(is) pode atuar. Desta forma, o escopo do SPPO é o planejamento e não escolher, de forma direta, o canal de distribuição. Entretanto, pode ser possível atender a mais de um canal ao mesmo tempo, desde que não exceda os recursos disponíveis e determine a maximização do empreendimento. Assim, o olericultor deve

preocupar-se, com a comercialização do que pretenda produzir, bem antes de iniciar o preparo do solo, ou seja, isto deve ocorrer na fase inicial do planejamento da exploração.

Inicialmente, há de se efetuar um estudo minucioso dos possíveis locais de comercialização, próximos e distantes da UPF, para os diferentes produtos, considerando-se as épocas do ano. Entende-se que olericultor deva ser orientado para encontrar as alternativas mais favoráveis à venda de seu produto, muito antes da implantação da cultura. Entretanto, na falta de assistência técnica que o auxilie, este deve procurar qual(is) o(s) canal(is) de distribuição da produção pode operar. O SPPO pretende colaborar com esta decisão, porém, os canais a ser utilizados na simulação devem ser os que têm real potencial de atuação.

Uma outra premissa do SPPO, também é relativa à afirmação de Filgueira (2005, p. 132): “quando não é viável modificar certas características de um solo, há de se escolherem aquelas culturas que a ele melhor se adaptem”. Neste sentido, com o SPPO, busca-se otimizar os retornos com os recursos disponíveis para a produção. Além disso, para a alocação das oleráceas ao longo do tempo deve-se respeitar a rotação de culturas e o plantio em épocas favoráveis à hortaliça. Salienta-se que, é importante pensar na UPF e não em produtor. Pode acontecer (e não é raro), em uma única propriedade haver mais de um produtor (nota de produtor). Suponha que, existam dois produtores em uma mesma UPF, estes dois podem comercializar a produção com o PAA e desta forma o valor anual de R\$ 4.500/produtor poderia ser duplicado. Neste contexto, a produção deve ser planejada de forma conjunta, ou seja, para atingir R\$ 9.000/ano.

Devido a dificuldade de acesso dos olericultores familiares ao crédito oficial (PRONAF) retratado nas entrevistas e em outros estudos correlatos (MUNDO NETO e SOUZA FILHO, 2003), defende-se no SPPO o auto financiamento do custeio da produção de hortaliças. Entretanto, para planejamentos a longo prazo (nível estratégico - investimento), deve-se realizar simulações para verificar qual das opções é mais vantajosa (recursos próprios ou de terceiros). Assim, busca-se que olericultor prossiga em sua atividade, sem utilizar-se obrigatoriamente do crédito rural oficial.

Por fim, no SPPO considera-se o tempo máximo de cultivo. Se a colheita ocorrer antes, recomenda-se deixar o lote (ou canteiro ou talhão) em pousio. Neste sentido, para o intervalo de ciclo cultural (em dias): $[a, b]$, utiliza-se o extremo superior dividido por sete ($b \div 7$) e arredonda-se para baixo. A divisão por sete é necessária, pois a unidade de planejamento do SPPO, como supramencionado, é a semana. Em suma: (i) parte-se da premissa de que o melhor local de cultivo de hortaliças já foi escolhido pelo produtor/assistência técnica; (ii) tem-se conhecimento do mercado que pode atuar; (iii) o SPPO pode ser utilizado para auxiliar

a escolher o que cultivar e programar o calendário de plantio ou somente programar a produção a partir de uma escolha pré-determinada, porém, para isto deve otimizar os recursos disponíveis para a produção, atendendo aos objetivos agronômicos, econômicos, social e ecológico-sustentável (rotação de culturas, pousio e respeito ao meio ambiente, por exemplo) e buscando a melhor rentabilidade anual da produção. Desta forma, o sistema proposto pode recomendar a comercialização de parte das possibilidades existentes, de modo a maximizar o lucro ou simplesmente planejar a produção e estimar o retorno ao atender as solicitações do olericultor. Portanto, entende-se que o SPPO auxilie a determinar com quais canais de distribuição (dentre os que se apresentem) e o que atender a este(s) canal(is).

O ponto de partida para a definição do *portfólio* de culturas do SPPO foi as 60 oleráceas destacadas por Filgueira (2008), como as que possuem maior relevância econômica para o Brasil. Todas as demais referências consultadas (livros, artigos, circulares técnicas da Embrapa e catálogos de empresas produtoras de sementes, por exemplo) retratam uma quantidade menor e quase sempre subconjuntos das apresentadas pelo autor. Após esta etapa inicial foi realizada uma primeira filtragem no *portfólio*, tendo sido excluídas as culturas perenes (alcachofra, aspargo e chuchu, por exemplo), pois o planejamento do SPPO é anual. Portanto, considera-se no SPPO, somente as culturas oleráceas de ciclo curto ou mediano.

A pesquisa bibliográfica, em diversas áreas do conhecimento (multidisciplinaridade), seguida de entrevistas individuais com os principais agentes da cadeia olerícola, foi fundamental para reconhecer o que realmente é importante e viável para implementação imediata nas UPFs. Diante do exposto, as restrições mais representativas apontadas pela Fase 1, foram: agroecológicas (clima e solo); mercadológicas (canais de distribuição, demanda e preço); recomendações agronômicas (dados técnicos de cada cultura), agrotecnológicas e preferências do olericultor. Posteriormente a Fase 1 do SPPO, criou-se um banco de dados para o SPPO. Os procedimentos e resultados encontrados são detalhados na sequência.

6.2 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Nesta seção são descritas informações relevantes ao tema do trabalho sobre o município de Pato Branco, local de aplicação do SPPO. Os dados necessários à elaboração da tipologia (caracterização e classificação dos sistemas de produção) foram obtidos a partir de entrevistas individuais com os produtores rurais, realizadas com base em questionário próprio ou adaptado de outras pesquisas na área (projeto GIAF, por exemplo), compostos das seguintes partes: (i) identificação do entrevistado; (ii) caracterização da propriedade rural; (iii)

caracterização da produção agropecuária; (iv) relacionamento com o mercado (canais de distribuição); e (v) outros dados relevantes.

Além disso, informações complementares foram buscadas em fontes de dados secundários, principalmente em órgãos governamentais ligados à produção rural. Especificamente, o banco de dados repousa sobre: dados agrometeorológicos (estação do IAPAR – unidade Pato Branco); análise de solo (laboratório de solos da UTFPR/IAPAR – Campus Pato Branco); análise da água (laboratório de água da UTFPR - Campus Pato Branco); estrutura fundiária da região Sudoeste do Paraná (IBGE, censo agropecuário 2006, IPARDES e SAM de Pato Branco); crédito rural (Banco do Brasil e Cresol); especialistas (pesquisadores dos *campi* Pato Branco e Dois Vizinhos da UTFPR); assistência técnica e extensão rural (EMATER/PR, SAM e CAPA), fornecedores de insumos e canais de distribuição (foram identificados a partir de pesquisa qualitativa com os produtores rurais e atores envolvidos com a olericultura na região de estudo); e dados técnicos das culturas (livros, revistas especializadas, periódicos e especialistas em olericultura), por exemplo.

6.2.1 Caracterização da região Sudoeste do Paraná e do município de Pato Branco

O município de Pato Branco localizado-se na região Sudoeste do estado do Paraná, conforme ilustra a Figura 26. Segundo a Contagem Populacional de 2007, realizada pelo IBGE, esta região tem uma população residente de 565.392 habitantes, sendo 193.064 na zona rural (34,15%). A taxa de crescimento médio anual para o período compreendido entre 2000 e 2007 foi positiva para a população urbana (1,15%) e negativa para a população rural (-1,42%).

A região Sudoeste do Paraná se caracteriza por possuir uma concentração de pequenas propriedades familiares das mais representativas no Brasil e no mundo (CAOVILLA *et al.*, 2005) e pequenas agroindústrias (MARCHI *et al.*, 2007). Esta região é privilegiada em termos de hidrografia (Rio Iguaçu e seus afluentes, por exemplo), um dos fatores cruciais para a prática da olericultura. Ainda, nessa região, a taxa de alfabetização é de 89,76%, valor bem próximo do estado do Paraná (91,43%) e do Brasil (87,20%), de acordo com dados do IBGE (2010). Por outro lado, o município de Pato Branco, localizado nesta região, apresenta uma população acima de 72 mil habitantes, com taxa de urbanização de 94% (IBGE, 2010).

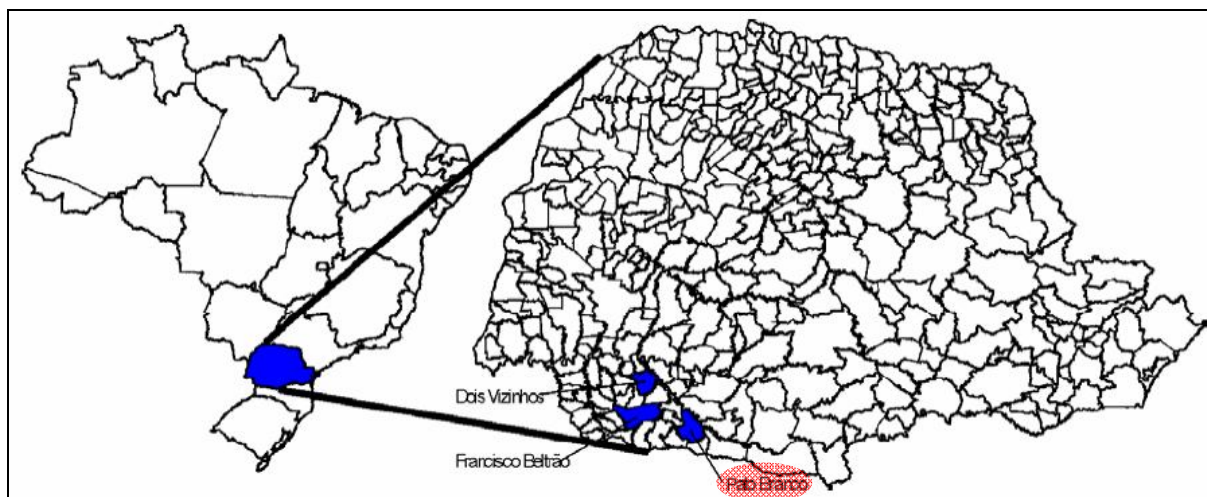


Figura 26 – Mapas com destaque para cidades relevantes da região Sudoeste do Paraná

Fonte: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral (SEPL, 2006)

A economia da região Sudoeste é bastante dependente da agricultura e suas indústrias derivadas (agroindústrias). A agricultura representa uma importante fatia na economia do município de Pato Branco. De acordo com Aguiar (2007), a economia local é baseada na exploração da AF, mas, destaca-se também o comércio de bens e serviços, alavancado atualmente pelo desenvolvimento do meio acadêmico e industrial de pequeno porte, e pela concentração regional de corpo clínico e hospitalar especializado, atraindo a população de toda a região que oferece incrementos significativos à economia local. Desta forma, a cidade se destaca na microrregião como um centro de serviços com ênfase nos setores da saúde e da educação. A partir de 1996, Pato Branco buscou variar sua economia por intermédio de incentivos fiscais a empresas dos setores de informática e eletro-eletrônico, o que resultou na criação de um pequeno centro tecnológico industrial.

6.2.2 Fatores agroecológicos

O objetivo desta subseção é realizar um levantamento dos principais fatores agroecológicos (clima e solo) do município de Pato Branco que interferem na tomada de decisão sobre a produção de hortaliças. Este município situa-se no Terceiro Planalto Paranaense (ou Planalto do Trapp ou de Guarapuava), em terreno dobrado, banhado pelos rios Pato Branco, Chopim e Vitorino. Encontra-se a uma altitude de 760 metros acima do nível do mar e classifica-se sob o clima subtropical úmido, com verões suaves e invernos rigorosos (AGUIAR, 2007 e EMBRAPA, 2008).

6.2.2.1 Caracterização do clima de Pato Branco/PR

O clima é definido como a média comportamental do tempo, em um local específico (Pato Branco, por exemplo), sobre um período de muitos anos (1979-2009, por exemplo). À exceção do norte do Paraná, onde predomina o clima tropical, no restante da região Sul do Brasil (PR, SC e RS) o clima predominante é o subtropical, responsável pelas temperaturas mais baixas do Brasil. Esta região possui um regime pluviométrico satisfatório, chove quase durante todo o ano, o verão é quente e o inverno rigoroso, com ocorrências de geadas, porém nas estações do outono e primavera ocorrem temperaturas mais amenas, favoráveis ao cultivo de hortaliças (AMARO *et al.*, 2007). Historicamente, os meses de inverno são os que registram os menores índices pluviométricos no estado do Paraná (INPE, 2010).

O clima do município de Pato Branco, segundo a escala de Köppen é classificado como Cfa – clima subtropical (ou temperado) úmido mesotérmico (IAPAR, 2000). Este tipo de clima se caracteriza por apresentar a temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C, temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. Em suma, trata-se de um clima tipicamente subtropical úmido, com boa distribuição pluviométrica ao longo de todo o ano, isto é, sem uma estação seca definida, mas com verão, outono, inverno e primavera sensivelmente perceptíveis. O clima deste município é também influenciado pela altitude moderada (760 m) e pela continentalidade (em razão da distância em relação ao litoral – 550 km). Além disso, este município está sujeito a nevascas ocasionais, as quais, nos anos recentes, ocorreram em 1994 e 2000 (EMBRAPA, 2008 e IAPAR, 2010).

As informações de temperaturas, precipitação pluviométrica, evaporação (medida em mm, pelo evaporímetro de Piche), umidade relativa do ar (%), insolação (horas de brilho solar), geadas e classificação climática foram obtidas da rede de estações meteorológicas do IAPAR, composta de 33 estações agrometeorológicas espalhadas pelo estado do Paraná. No entanto, para realização de estudos mais aprofundados e previsões mais seguras é necessário que os dados utilizados sejam obtidos a partir de séries históricas. Neste estudo, os dados climáticos que permitiram a elaboração das séries históricas de 1979 a 2009 sobre o município de Pato Branco foram registrados na unidade local do IAPAR. A localização geográfica da estação é: latitude: 26° 06' 59'' S, longitude: 52° 40' 59'' W e altitude: 700 m. Por outro lado, a radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e o fotoperíodo (h) foram determinados por fórmulas matemáticas, por depender somente da latitude local e da época do ano.

- **Temperaturas**

A decisão sobre as hortaliças a serem cultivadas deve ser tomada em dois períodos do ano: outubro-março e abril-setembro. A determinação destes dois períodos é baseada em Filgueira (2008), segundo o qual a temperatura é o fator climático de maior influência sobre a olericultura e também o maior limitante para o desenvolvimento desta atividade. Para este autor, as peculiaridades de cada cultura devem ser consideradas, porém é a temperatura o fator determinante mais ponderável na organização do calendário de plantio.

Segundo Resende e Vidal (2008), as condições climáticas interferem de maneira decisiva na produção das hortaliças. Para estes autores, extremos de temperatura, umidade e excesso de ventos podem comprometer a produção da maioria das hortaliças. Seguramente, a condição termoclimática da localidade, nos meses em que a planta estará no campo, é que determina a época mais adequada de plantio de cada hortaliça (FILGUEIRA, 2008). Assim, torna-se difícil rotular as culturas oleráceas. Por exemplo, em localidades de baixa altitude, nas quais as temperaturas são elevadas ao longo do ano, algumas hortaliças de clima quente podem ser plantadas durante o inverno (por ser ameno); igualmente, em localidades altas, nas quais as temperaturas são amenas ou frias, ao longo das quatro estações, certas hortaliças de clima ameno podem ser plantadas inclusive no verão. Neste sentido, deve-se utilizar os dados históricos da localidade para caracterizar o microclima e explorar o potencial produtivo da região. A observação dos dados climáticos históricos do município de Pato Branco, em relação às temperaturas registradas, destacam-se: (i) temperaturas médias: (a) mês mais quente: janeiro 22,6°C; (b) mês mais frio: julho 14,3°C; (ii) temperaturas extremas (dados registrados): (a) -5,6°C em julho de 2006; (b) +36,7°C em fevereiro de 2005 (IAPAR, 2010). Ressalta-se que a temperatura média (T_{med}) é obtida pela equação (33):

$$T_{med} = \frac{T_9 + 2 \cdot T_{21} + T_{max} + T_{min}}{5} \quad (33)$$

Onde T_9 e T_{21} : representam as temperaturas registradas às 09h00min horas e às 21h00min horas, respectivamente; T_{max} e T_{min} , representam as temperaturas máximas e mínimas registradas, respectivamente.

Para cada semana do ano civil, foi obtida a média de diversas temperaturas: (i) média dos valores médios semanais obtidos da série de valores mínimos (T_{minmed}); (ii) média dos valores médios semanais obtidos da série dos valores máximos (T_{maxmed}); (iii) média dos valores mínimos semanais obtidos da série dos valores mínimos (T_{minmin}); (iv) média dos valores máximos semanais obtidos da série dos valores máximos (T_{maxmax}); e (v) média dos valores médios semanais obtidos da série dos valores médios (T_{med}). A síntese histórica das temperaturas no município é apresentada na Figura 27.

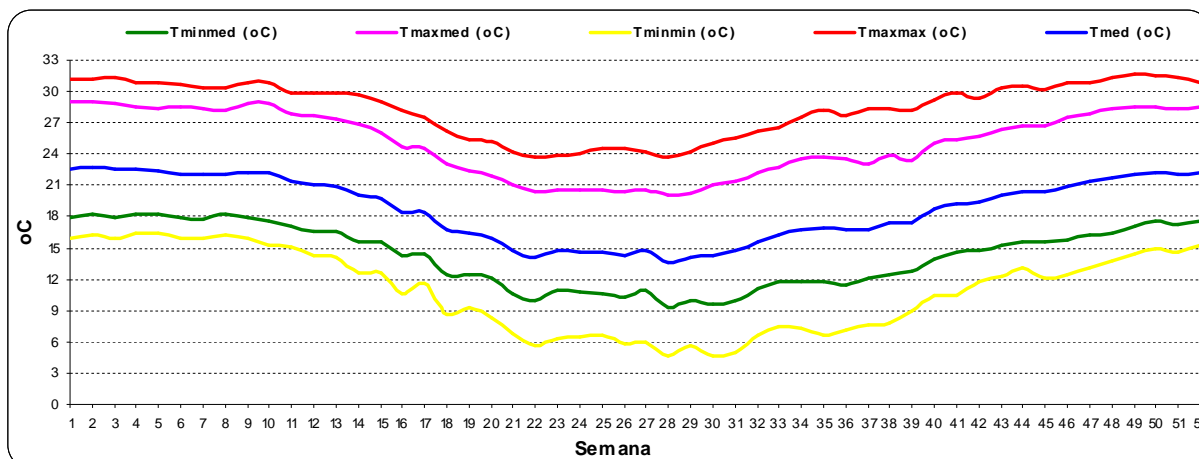


Figura 27 – Valor médio por semana de diversas temperaturas registradas em Pato Branco: 1979-2008

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

Historicamente, através da análise mensal, constata-se que o mês de julho é o mais frio (média de 14,3°C). Por outro lado, o mês de janeiro é o mais quente (média de 22,6 °C). Estes resultados são importantes, pois confirmam a classificação do clima como Cfa. Esta análise histórica parece ir de acordo com o pesquisador da Embrapa hortaliças que foi entrevistado como especialista para a determinação dos fatores relevantes no SPPO. Desta forma, não se visualiza as 4 estações bem definidas, mas sim 2 períodos: outubro a abril e maio a setembro.

• Geadas

Segundo Wrege *et al.* (2005), as regiões com maior altitude apresentam temperatura mais baixa e tem maior risco de geada. As regiões com maior latitude também apresentam maior risco de geada, exceto se a altitude for baixa. Durante a noite, o ar mais frio, por ser mais denso se acumula próximo à superfície do solo, formando um gradiente de temperatura. Assim, em noites com céu aberto e sem ventos as temperaturas são menores próximo à superfície do solo e aumentam gradativamente com a altura. Em média, quando a temperatura mínima no abrigo meteorológico atinge 3 a 4°C, a temperatura mínima na superfície situa-se em torno de 0°C. De uma maneira geral, a intensidade das geadas pode ser classificada como: (i) fraca: temperatura mínima do ar de 3 a 4°C; (ii) moderada: temperatura mínima do ar de 1 a 3°C; (iii) forte: temperatura mínima do ar abaixo de 1°C (IAPAR, 2010). No SPPO, considera-se a ocorrência de geadas sempre que a temperatura registrada no abrigo meteorológico for menor do que 3°C (GRODZKI *et al.*, 1996 e CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Esta escolha está amparada na literatura, no especialista em climatologia agrícola e nos meteorologistas do IAPAR e do SIMEPAR consultados.

O ciclo cultural corresponde ao período de tempo da implantação da cultura à colheita. É uma das medidas mais antigas e útil empregada para avaliação e predição de quando

(época) as espécies podem ser cultivadas (FONTES *et al.*, 2005). Para as regiões subtropicais (ou temperadas) muitas vezes corresponde ao número de dias livres de geadas, que é o período médio entre a última geada de inverno/primavera e a primeira geada do outono/inverno. A Figura 28 oportuniza o histórico semanal de geadas em Pato Branco. Ressalta-se que para detectar geada, percorreu-se todo o histórico diário da temperatura mínima na busca por temperaturas inferiores a 3°C. Se isto ocorria atribuía-se o valor “1”, caso contrário “0”, isto é, a variável geada foi considerada como dicotômica (ou binária).

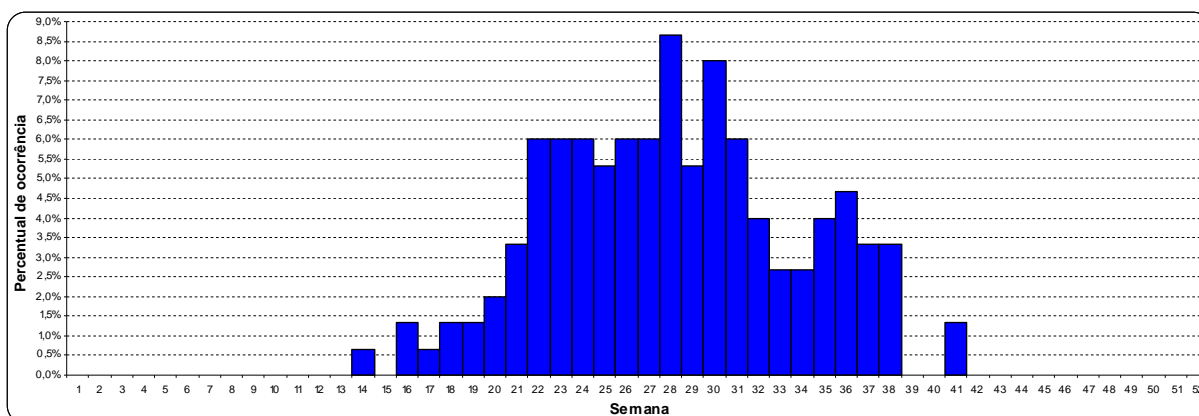


Figura 28 – Percentual médio por semana de ocorrência de geadas no município de Pato Branco

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

Em seu estudo Wrege *et al.* (2005), estimaram a probabilidade de geadas para o município de Pato Branco, sendo que foram estabelecidos para ocorrência de pelo menos uma geada por decêndio (dez dias). Entretanto, estes resultados não podem ser incorporados ao SPPO, pois neste a unidade de planejamento é a semana. Neste sentido, no SPPO, para determinar a *proxy* da probabilidade de ocorrência de geadas, foi utilizada a sistemática: (i) determinou-se o número de geadas ocorridas em cada semana do ano ao longo do período 1979-2008; (ii) dividiu-se a quantidade obtida em cada semana no item (i) por 30 anos. Estes resultados são apresentados na Figura 29. No SPPO, considera-se como relevante, somente quando a probabilidade de ocorrência de geadas for maior ou igual a 10%: semana 20 (início em 14 de maio) a semana 38 (término em 23 setembro). Ressalta-se que estes percentuais não representam a probabilidade de ocorrência de geadas em cada semana, mas a distribuição histórica dentro do ano. Entretanto, utiliza-se estes resultados como a *proxy* da probabilidade de geadas em cada semana ao longo do ano.

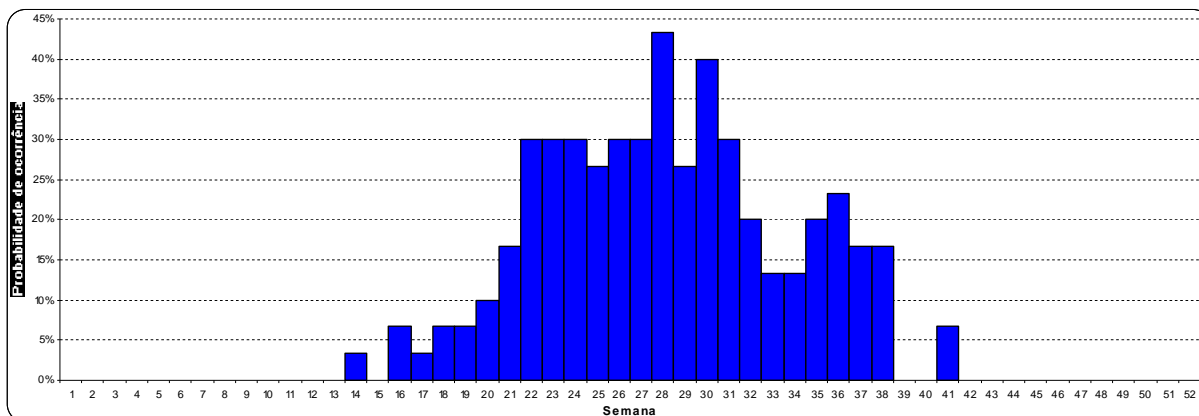


Figura 29 – *Proxy da probabilidade de ocorrência de geadas com base no histórico 1979-2008*

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

- **Precipitação pluviométrica, evaporação e balanço hídrico**

O conhecimento das características do regime de precipitação pode contribuir para a definição da época mais adequada para realizar o plantio e assim minimizar eventuais perdas das culturas e otimizar a utilização de irrigação suplementar. Assim, épocas de plantio e colheita, atividades mecanizadas e mesmo escolha de espécies e variedades de plantas estão intimamente relacionadas com o padrão de precipitação local (IAPAR, 2010). Ressalta-se que a associação da altitude com o relevo pode condicionar o regime de chuvas de uma região.

A perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas é denominada evapotranspiração (ET). Evaporação e transpiração ocorrem concomitantemente sendo difícil distingui-las. Normalmente, a taxa de ET (taxa de perda de água) é expressa em profundidade de água perdida por unidade de tempo (mm/dia). Como regra geral, os valores de ET, em ambiente não protegido, podem variar de 2 a 3; 3 a 5 e 5 a 7 mm/dia, em locais frios (10°C de temperatura média), ameno (20°C) e quente (> 30°C), respectivamente. A cobertura com plástico, quase sempre, provoca decréscimo em ET. O decréscimo pode ser de 25 a 60%. Uma relação entre ET_1 (dentro de ambiente protegido) com ET_0 (fora do ambiente) pode ser, empiricamente, estipulados pela relação: $ET_1 = 0,45$ a $0,80 ET_0$ (FONTES e SILVA, 2005).

O conhecimento da água perdida por evapotranspiração é fundamental para se conhecer o balanço hídrico da localidade. A partir da disponibilidade hídrica, pode-se então determinar se essa região é indicada para o cultivo de determinada espécie vegetal ou se é necessário a utilização de irrigação e neste caso, dimensionar sistemas de irrigação. Os dados disponíveis sobre Pato Branco cobrem o período de janeiro de 1979 a dezembro de 2008 e consiste dos valores referentes a coleta diária do valor da precipitação pluvial acumulada por meio de um pluviômetro instalado junto a estação do IAPAR deste município.

Para a disponibilidade de água, a literatura recomenda observar: (i) a intensidade e a distribuição de chuvas; e (ii) a possibilidade de irrigação. No tocante a precipitação pluviométrica é importante verificar o histórico da: (i) distribuição de chuvas durante todo o ano; (ii) intensidade (medida em mm), também o ano todo. Além disso, faz-se importante observar a evaporação total (mm). Neste sentido, buscou-se identificar a diferença entre a precipitação e a evaporação. Desta forma, o conhecimento das reservas hídricas no solo possibilita atuar sobre o *déficit* hídrico, facilitando, por exemplo, o manejo de irrigação. A análise histórica mensal mostra que, de setembro a maio ocorrem 10 dias ou mais com chuvas. Estas informações são importantes para o planejamento do sistema de irrigação. As informações relevantes estão sumarizadas na Figura 30.

Computando-se o balanço entre a precipitação pluviométrica e a água que retorna para a atmosfera pelos processos de evaporação do solo e de transpiração das plantas, têm-se o balanço hídrico da localidade, que ajuda a definir as estações secas (com deficiências hídricas) e úmidas (com excedentes hídricos). Este conhecimento é de suma importância para a agrometeorologia, pois possibilita a determinação da disponibilidade de água no solo, informação chave para o planejamento e para as tomadas de decisão na agricultura (SENTELHAS E ANGELOCCI, 2009). Os resultados com relação à precipitação pluviométrica para o município de Pato Branco permitem concluir que a média do período amostrado ficou em 2.096 mm anuais, sendo março e agosto os meses mais secos do ano e outubro o mês mais chuvoso. Verifica-se que a distribuição da chuva dentro do ano não é regular, com média mensal superior a 140 mm na maioria dos meses, sendo exceção os meses de março e agosto. Estes resultados corroboram com os obtidos por Possenti *et al.* (2007) sobre o município de Dois Vizinhos/PR, no período de 1971 a 2008. Este município encontra-se a 60 km de Pato Branco.

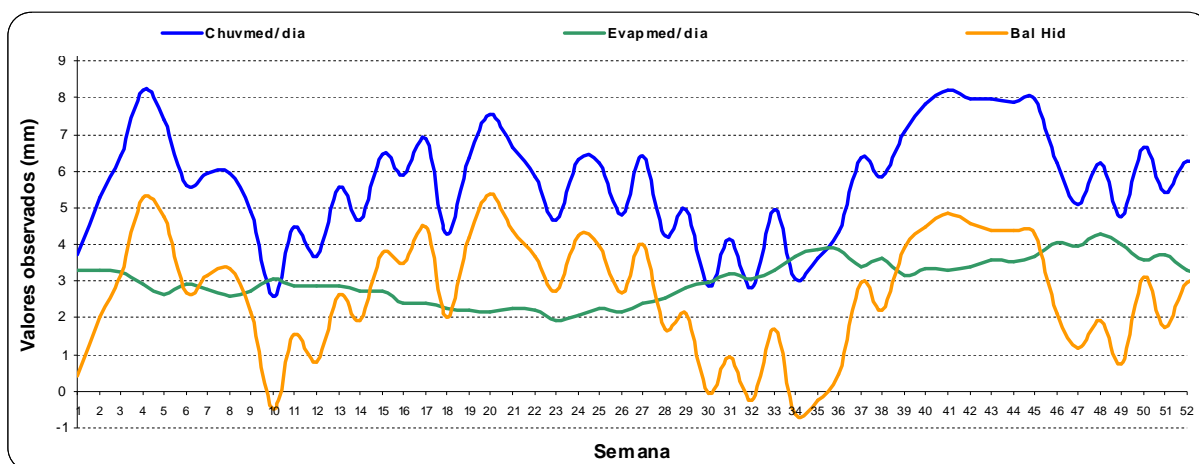


Figura 30 – Valor médio por semana da precipitação, evaporação e do balanço hídrico em Pato Branco

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

- **Umidade relativa do ar**

A umidade relativa do ar (UR_{med}), medida pelo IAPAR, é obtida pela equação (34):

$$UR_{med} = \frac{UR_9 + UR_{15} + 2 \cdot UR_{21}}{4} \quad (34)$$

Onde UR_9 , UR_{15} e UR_{21} : representam as umidades relativas do ar registradas às 09h00min, 15h00min e 21h00min horas, respectivamente.

De acordo com Bakker (1991) e CTIFL (1995), a umidade relativa do ar ideal para o cultivo de hortaliças deve se posicionar entre 40% a 80%. Entretanto, para Fontes e Silva (2005), o intervalo de UR “aproximadamente ideal” para a maioria das espécies está entre 60% (melão, tomate e pimentão, por exemplo) a 80% (alface e pepino, por exemplo). Os relatos sobre a influencia da UR sobre a produção são contraditórios: podem ser encontradas descrições de aumento, decréscimo e nenhum efeito de UR sobre a produção das culturas (FONTES e SILVA, 2005). Ressalta-se que a UR pode ser manejada pelo sistema de irrigação (principalmente por aspersão). A Figura 31 permite concluir, que sob a influência desta variável, é possível o cultivo de hortaliças durante todo o ano na localidade em estudo. Em suma, no primeiro semestre do ano a UR_{med} encontra-se acima de 73%. Por outro lado, no segundo semestre a UR_{med} posiciona-se abaixo de 74%.



Figura 31 – Valor médio por semana da umidade relativa do ar (% médio) em Pato Branco

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

- **Fotoperíodo**

O fotoperíodo (ou comprimento do dia) corresponde a duração, em horas de luz do nascer (*sunrise*) ao pôr do sol (*sunset*). Segundo Amaro *et al.* (2007), o número de horas de luz solar por dia (fotoperíodo) é uma variável que afeta principalmente o ciclo da planta, influenciando diretamente na floração de muitas espécies (alho e cebola, por exemplo). O fotoperíodo (N) pode ser calculado, considerando-se as relações astronômicas Terra-Sol. Como o fotoperíodo é a duração do dia desde o nascer até o pôr do sol, tem-se que na sua trajetória aparente o sol descreve-se um arco simétrico em relação ao meio-dia. Neste sentido,

o valor do fotoperíodo (N) depende somente da latitude (ϕ) e da declinação solar (δ) que varia em função da época do ano. Desta forma, o fotoperíodo pode ser determinado pela equação (35). Ressalta-se que estes dados não são históricos, pois independem do ano considerado. Os resultados do fotoperíodo para o município de Pato Branco ($\phi = 26,1167$ S) estão na Figura 32.

$$N = \frac{2}{15} \cdot \arccos(-\operatorname{tg} \phi \cdot \operatorname{tg} \delta) \quad (35)$$

Onde:

- ϕ : latitude local (0 a $\pm 90^\circ$), positiva para o hemisfério norte e negativa para o hemisfério Sul; e
- δ : declinação solar (0 a $\pm 23,45^\circ$) = $23,45 \cdot \operatorname{sen}\left(\frac{360}{365} \cdot (NDA - 80)\right)$, com NDA: número do dia do ano (calendário Juliano: 1 a 365 dias).

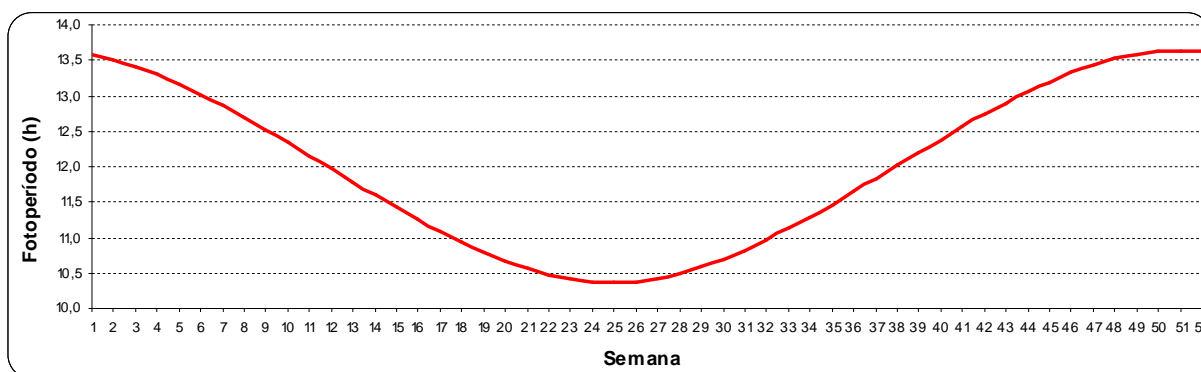


Figura 32 – Valor médio por semana do Fotoperíodo (N, medido em h) ao longo do ano para Pato Branco

Fonte: Elaborada pelo autor

• Insolação

A insolação diária (ou número efetivo de horas de brilho solar) é função do fotoperíodo (comprimento do dia) e da nebulosidade. Por outro lado, o fotoperíodo diário é função da latitude e da declinação solar. Da mesma forma, a irradiância solar extraterrestre (no topo da atmosfera) diária é função da latitude e da declinação solar. Ressalta-se que quanto mais se afasta da Linha do Equador maior a variação estacional da irradiância solar e do fotoperíodo ao longo do ano, sendo esses os fatores mais importantes na formação do clima da Terra (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009). Os resultados do valor médio por semana da insolação para o município de Pato Branco estão dispostos na Figura 33. Por outro lado, a Figura 34 oportuniza uma rápida comparação entre o fotoperíodo (N) e a insolação (n) que é relevante para a determinação da radiação solar.

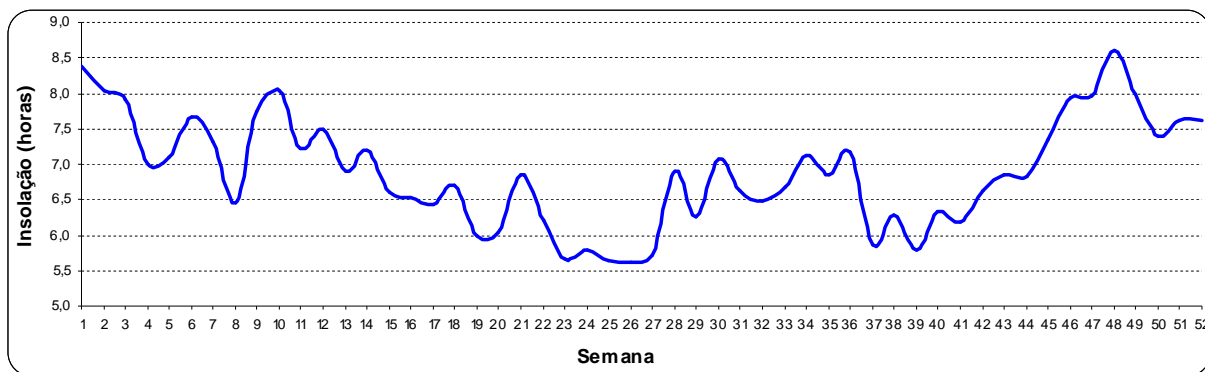


Figura 33 – Valor médio por semana da insolação total diária (horas) em Pato Branco: 1979-2008

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

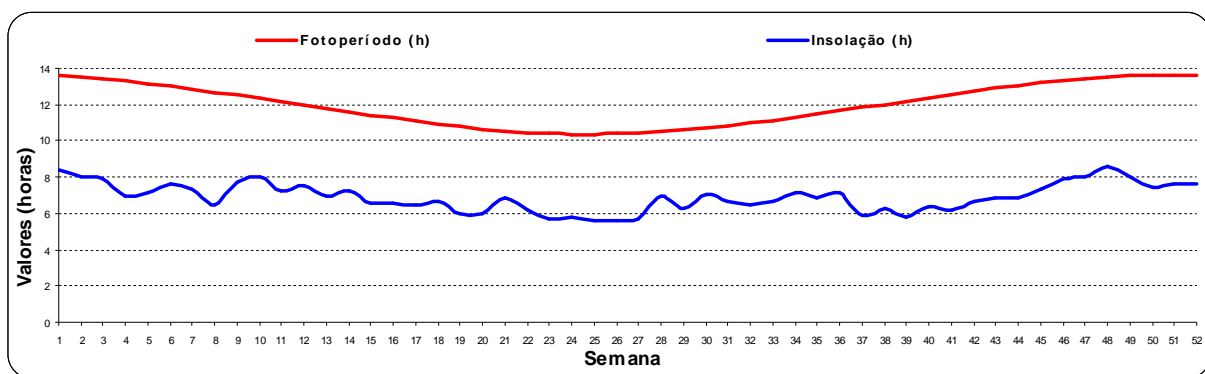


Figura 34 – Comparativo: fotoperíodo (N) e insolação (n), medidos em horas

Fonte: Elaborada pelo autor com dados agroclimáticos do IAPAR – Pato Branco

• Radiação solar extraterrestre (Q_0)

A radiação solar é a maior fonte de energia para o planeta Terra, o principal elemento meteorológico e um dos fatores determinantes do tempo e do clima. Além disso, afeta diversos processos: físicos (aquecimento/evaporação), biofísicos (transpiração) e biológicos (fotossíntese) (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009). A luminosidade solar é fator muito importante para o desenvolvimento de hortaliças, pois estimula a bioquímica da fotossíntese (LIZ, 2006). O nível ideal de radiação solar para as plantas oleráceas situa-se entre 8,36 e 20 MJ m⁻² dia⁻¹ (FAO, 1990; COCKSHULL *et al.*, 1992; ANDRIOLO, 2002 e FONTE e SILVA, 2005). Ressalta-se que esta faixa é para todas as hortaliças, entretanto, o nível de radiação depende da região e da estação do ano. De acordo com Filgueira (2008), deve-se considerar a intensidade luminosa (Q_0) e a variação fotoperiódica (N), separadamente.

Os valores de Q_0 são empregados em métodos de estimativa da irradiância solar global na superfície terrestre (Q_g), na estimativa da evapotranspiração e em métodos de estimativa da produtividade potencial. Considerando-se que a distância terra-sol varia continuamente ao longo do ano, a irradiância solar extraterrestre (Q_0) também irá variar. A expressão matemática que relaciona a variação diária e estacional da intensidade da radiação

solar (irradiância solar) extraterrestre (Q_0) com a latitude (ϕ), a declinação solar (δ) e o ângulo horário (h_n), que por sua vez depende do dia do ano, é apresentada na equação (36). Por outro lado, a Figura 35 oportuniza a radiação solar extraterrestre (Q_0) para o município de Pato Branco (Latitude: $26,11667^\circ$ S) ao longo do ano. Ressalta-se que estes dados não são históricos, pois independem do ano considerado.

$$Q_0 = 37,6 \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2 \cdot \left(\frac{\pi}{180} \cdot h_n \cdot \text{sen } \phi \cdot \text{sen } \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \text{sen } h_n\right) \quad (36)$$

onde:

- $(d/D)^2 = 1 + 0,033 \cdot \cos(360/365 \cdot NDA)$, com NDA: número do dia ano;
- ϕ : latitude local (0 a $\pm 90^\circ$) – positiva para o hemisfério norte e negativa para o hemisfério Sul;
- δ : declinação solar (0 a $\pm 23,45^\circ$) = $23,45 \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{365} \cdot (NDA - 80)\right)$; com NDA: número do dia ano (calendário Juliano: 1 a 365 dias); e $h_n = \text{arc cos}(-\text{tg } \phi \cdot \text{tg } \delta)$.

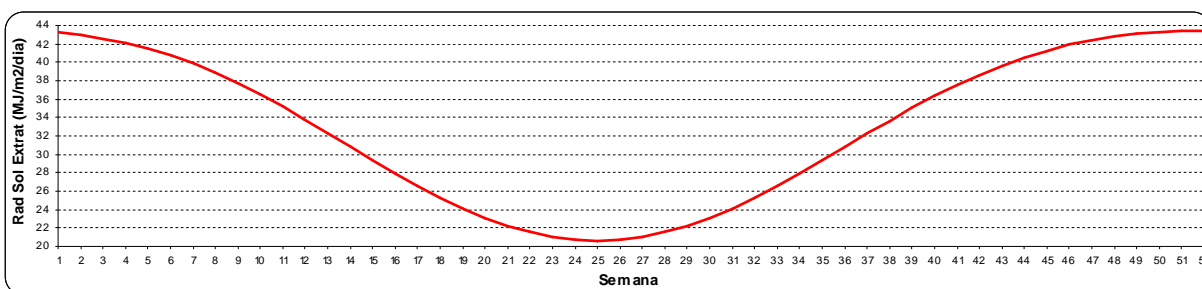


Figura 35 – Valor médio semanal da Radiação Solar Extraterrestre ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) para Pato Branco/PR

Fonte: Elaborada pelo autor

• Radiação solar global (Q_g)

Os processos de absorção e difusão da radiação solar pela atmosfera promovem atenuação da irradiância solar que atinge a superfície terrestre (denominada de global, Q_g) em relação aos valores observados no topo da atmosfera (Q_0). Uma forma de determinar a relação entre Q_g , Q_0 , nebulosidade e os processos de absorção e difusão exercidos pela atmosfera é relacionando as seguintes variáveis em termos semanais, para atender o planejamento do SPPO: (i) irradiância solar extraterrestre diária (Q_0) em função da latitude (ϕ) e declinação solar (φ); (iii) fotoperíodo (N) em função da latitude (ϕ) e declinação solar (φ); (iv) insolação ou número efetivo de horas de brilho solar (n) em função do fotoperíodo (N) e da nebulosidade; e (iv) irradiância solar global semanal (Q_g) em função de Q_0 , absorção, difusão e insolação.

De acordo com Sentelhas e Angelocci (2009), entre as diversas equações empíricas para estimar a irradiância solar global ao nível do solo a equação de Angstrom é uma das mais utilizadas. A Figura 36 e a equação 37 determinam o balanço energético (radiação solar global) da localidade por meio desta equação evidenciado a relação entre estas variáveis. Ressaltando-se que os valores destas variáveis já foram determinados em itens anteriores.

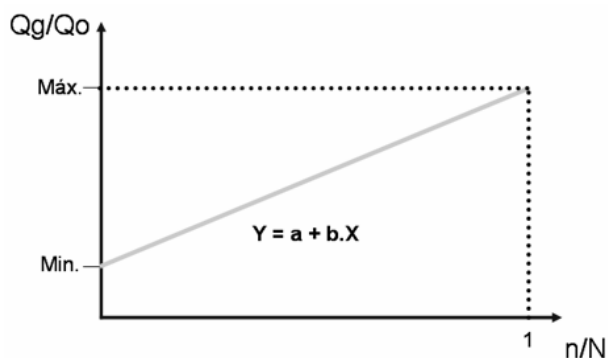


Figura 36 – Estimativa da radiação solar global (Q_g)

Fonte: Sentelhas e Angelocci (2009)

Da Figura 36, tem-se:

$$Y = Q_g/Q_o, X = n/N, a = \text{Min.} \text{ e } b = \text{Máx.} - \text{Min.}$$

Desta forma,

$$Q_g/Q_o = a + b.n/N \text{ ou } Q_g = Q_o.(a + b.n/N) \quad (37)$$

Vale salientar que nesta equação: (i) Q_o : indicam a latitude e época do ano; (ii) n/N : reflete o grau de cobertura do céu por nuvens, isto é, um índice de claridade (ou razão de insolação); e (iii) a e b refletem os fatores que afetam os processos de absorção e difusão, isto é, indicam a transmissividade da atmosfera, sendo coeficientes obtidos por análise de regressão linear para uma determinada localidade e época do ano (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009). Os valores de a e b variam de acordo com a localidade, sendo ambos dependentes da composição atmosférica de cada local e em cada época do ano. Além disso, locais ou épocas com maior umidade no ar terão valores menores de a e b . Para locais entre as latitudes 0 e 60° , a exemplo do município de Pato Branco/PR, em que as constantes a e b não são conhecidas, pode-se utilizar os valores propostos por Glover e McCullosh (SD) *apud* Faria *et al.* (2002), apresentados na equação (38):

$$a = 0,29 \cos \phi \text{ e } b = 0,52 \quad (38)$$

onde: ϕ é a latitude local. Ressalta-se que, por esta equação, os valores de a e b para Pato Branco/PR, são: $a = 0,26$ e $b = 0,52$.

Uma comparação entre a radiação solar extraterrestre (Q_o) e a radiação solar global (Q_g) é oportunizada pela Figura 37. Estes valores da radiação são válidos para terrenos com

superfícies plana. Para a situação de superfícies inclinadas, com α graus de inclinação do terreno, há dois casos a considerar: (i) superfície com orientação norte: substituir o valor da latitude (ϕ) por $(\phi - \alpha)$; e (ii) superfície com orientação sul: substituir o valor da latitude (ϕ) por $(\phi + \alpha)$. Por fim, superfícies com orientação leste ou oeste terão menores durações diárias da insolação, devido a um adiantamento do momento do por do sol para terrenos a leste e atraso no momento do nascer do sol para terrenos a oeste. A radiação solar será a mesma para ambas as orientações na mesma inclinação. Um comparativo entre as radiações solares em função da declividade do terreno é exibido na Figura 38.

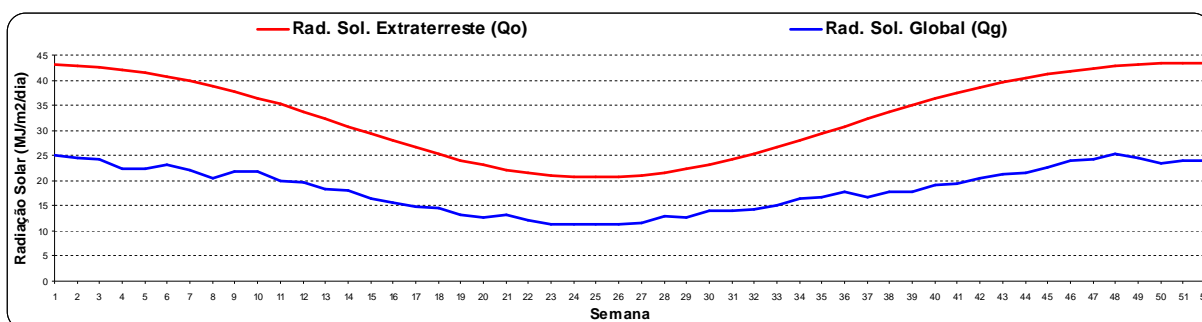


Figura 37 – Comparativo entre as radiações solares Q_o e Q_g

Fonte: Elaborada pelo autor

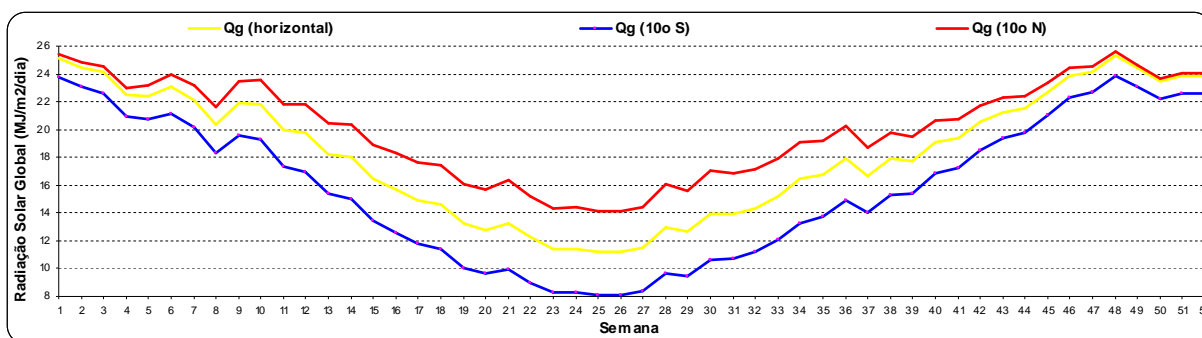


Figura 38 – Comparativo entre as radiações em função da declividade do terreno

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com Fontes (2005), o plástico utilizado no cultivo protegido reduz em cerca de 15 a 20% a radiação solar no interior do ambiente. Esse valor depende do tipo e limpeza do plástico, hora do dia, época do ano, localidade e orientação (maior comprimento da estrutura coberta orientado no sentido Leste-Oeste capta mais energia que Norte-Sul).

6.2.2.2 Caracterização do solo de Pato Branco/PR

De acordo com Marchi (2008), a disponibilidade de informação sobre solos é fundamental para a tomada de decisão no agronegócio. O desbalanceamento dos nutrientes no solo interfere no metabolismo da planta, tornando-a mais suscetível às moléstias e ao ataque

das pragas. A qualidade do solo depende de atributos como textura, pH, profundidade, permeabilidade, atividade biológica, capacidade de armazenar água e nutrientes e quantidade de matéria orgânica. Por outro lado, erosão, salinização, compactação, acidificação e perda de atividade biológica interagem para acelerar a degradação do solo (MARCHI, 2008). De acordo com a EMBRAPA (2008), das 13 classes de solos, em nível de ordem no atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2006), o mapa de solos do estado do Paraná contempla 9 classes de solos em nível de ordem, distribuídas em 36 classes de solos em nível de grande grupo. Há predominância dos Latossolos (30,76%) e Neossolos (22,22%). Entretanto, o mapa apresenta 224 unidades de mapeamento de solos, muitos dos quais compostos de dois ou mais componente de classes de solos.

Para a correta classificação do solo do município de Pato Branco foram realizados contatos com o pesquisador da Embrapa solos, responsável pela atualização do SiBCS. Além disso, para compreender a relação do fator solo com a produção de hortaliças foram entrevistados dois engenheiros-agrônomos com doutorado em solo. Um dos especialistas tem atuado na parte química do solo, o outro na parte física. Estes profissionais são os responsáveis técnicos pelo laboratório de solos da UTFPR/IAPAR – Campus Pato Branco.

Segundo estes pesquisadores, o tipo de solo predominante no município de Pato Branco é o Latossolo Vermelho Distrófico ($V < 50\%$), sendo pelo histórico laboratorial, pobre em fósforo (P). A observação do mapa de solos do estado do Paraná, atualizado pela Embrapa (2008), e a observação das características das classes de solo, permitem concluir que os solos predominantes no município de Pato Branco/PR são: (i) Latossolos Vermelho (LV) Distroféricos (df1, df2 e df3), com textura argilosa e relevo suave ondulado ou ondulado; (ii) Nitossolos Vermelhos (NV) Distroférico (df4), com textura argilosa e relevo suave ondulado ou ondulado; Eutroféricos (ef6 e ef7), com textura argilosa e relevo ondulado; e (iii) Neossolos Regolíticos (RR) Eutróficos (RRe9 e RRe12), com textura argilosa e relevo forte ondulado e montanhoso. Destes tipos de solo o Latossolo e o Nitossolo são os mais recomendáveis para a produção de hortaliças. Os latossolos são solos profundos, muito porosos e permeáveis, bem drenados, de textura comumente argilosa. Neste sentido e partindo do pressuposto de que a olericultura é praticada em parte da propriedade, o olericultor e/ou técnico/agrônomo podem escolher a melhor área da propriedade para implementar o cultivo.

A análise histórica dos resultados laboratoriais de amostras do solo da região em estudo, revelou acréscimos quanto aos teores de P na região, isto é, elevação nos níveis de fertilidade dos solos. Em 1993, 84% das amostras apresentavam teores de P inferiores a 6 mg dm^{-3} , nível considerado crítico para os solos de textura argilosa, como os que predominam no

Sudoeste do PR. Nos anos de 2000/2001, apenas 48% das amostras se enquadravam nesta faixa. Por outro lado, em relação ao pH (CaCl_2), observou-se que ocorreu um grande aumento nos valores na faixa entre 5 e 5,9, evoluindo de 20% para 43,3%, nos anos de 1993 e 2000/2001, respectivamente. Fica evidente a queda da acidez nestes solos, pois as amostras com pH menor que 4,5 correspondiam a 37% em 1993, tendo reduzido para 19,6% das amostras. Historicamente, 53% das amostras apresentaram pH (CaCl_2) menor que 4,9, que é um valor de referência para indicar solos que apresentam problemas de toxidez de alumínio e manganês para as plantas e microorganismos (DIEHL *et al.*, 2004). Estes resultados reforçam a importância das análises químicas de solos ocorrerem anualmente. Por outro lado, segundo os especialistas entrevistados, a análise física (granulometria: percentual de argila, areia e silte; porosidade; e permeabilidade, por exemplo) pode ocorrer a cada 10 anos.

6.2.3 Fatores agrotecnológicos

Na pesquisa com os olericultores foram encontrados os principais sistemas de irrigação existente: (i) por sulco ou gravidade (popular infiltração); (ii) por aspersão (convencional e micro-aspersão); e (iii) por gotejamento. No tocante ao sistema de produção foram encontrados: (i) convencional: cultivo a campo aberto; (ii) plantio direto (ou cultivo mínimo); (iii) túneis baixos ou altos; (iv) casas de vegetação (popular estufa); e (v) hidroponia estrita. Por outro lado, as principais máquinas/equipamentos utilizados para a produção foram: (i) microtrator (< 10 cv); (ii) rotoencanteirador; e (iii) enxada rotativa. Demais detalhes dos fatores agrotecnológicos foram relatados na etapa 2 da Fase 1 ou estão relatados na análise SWOT, apresentada no Apêndice C. Este apêndice busca ajudar o olericultor familiar a realizar um autodiagnóstico da propriedade, do sistema de produção, do mercado local e do seu entorno, isto é, elaborar um diagnóstico do empreendimento olerícola. Por outro lado, as preferências de cada olericultor, por serem individuais, não serão aqui relatadas. Esta análise ocorrerá na apresentação dos resultados da aplicação do processo de filtragem no estudo de caso da UPF escolhida para validação do sistema proposto.

6.2.4 Fatores mercadológicos: canais de distribuição

Neste trabalho não foi realizada uma pesquisa para avaliar as exigências dos consumidores finais, a identificação dos principais requisitos foi embasada no levantamento com os especialistas, olericultores, empresas varejistas e atacadistas. Entretanto, foram visitados os maiores supermercados de Pato Branco para analisar a procedência das hortaliças.

Estas são oriundas principalmente da empresa atacadista que opera no município. Há vários produtores locais (convencional e orgânico), produtores de cidades vizinhas (Coronel Vivida, Vitorino e Itapejara do Oeste), e duas empresas que abastecem o mercado local com produtos minimamente processados, principalmente nos supermercados. Além disso, parte das hortaliças consumidas em Pato Branco são oriundas de Minas Gerais, São Paulo e Curitiba.

A produção local é absorvida regionalmente, indicativo este de rotatividade financeira para região, fomento ao desenvolvimento, geração de ocupação direta e indireta e sustentabilidade além da unidade produtiva e espaço para estes produtos no mercado. As principais formas de distribuição da produção são: (i) feira livre (mercado do produtor); (ii) compra direta da CONAB, PAA; (iii) 30% da AF para a merenda escolar; (iv) supermercado; (v) restaurantes; (vi) lanchonetes; (vii) hospitais; e (viii) cestas de hortaliças.

Em geral, os donos de estabelecimentos comerciais já possuem os fornecedores tradicionais, dificultando a inserção de novos produtores. O relacionamento ao longo do tempo, informal, de confiança é fator preponderante na comercialização de hortaliças. A venda direta de hortaliças ao consumidor final ocorre duas vezes por semana no mercado do produtor. É muito raro a venda na propriedade (olericultura com oportunidade de agroturismo ou colhe-e-pague) ou em barracas na estrada. Também é raro a entrega de cestas de hortaliças, por exemplo, em condomínios residências onde há um número maior de potenciais consumidores. A comercialização de cestas de hortaliças é uma alternativa que acrescenta aos produtos a prestação de serviço e tem como mercado-alvo, pessoas que não dispõem de tempo para fazer compras e preferem a praticidade de receber os produtos em casa.

A feira livre (mercado do produtor) de Pato Branco, além de sua devida importância para o comércio local, possui importante função social, tal como: fortalecimento da AF, por meio da agregação de valor aos produtos comercializados por esse canal de distribuição, e ao encurtamento dos elos da cadeia produtor-consumidor, eliminando os atravessadores (GODOY *et al.*, 2006). Em Pato Branco, a feira livre ocorre em 37 boxes que foram licitados como exige a legislação sobre espaços públicos. O funcionamento do mercado do produtor ocorre nas quartas-feiras e nos sábados no período da manhã. Segundo Filgueira (2008), ao olericultor diversificado, em particular, interessa produzir hortaliças variadas, de janeiro a dezembro, especialmente quando ele também assume o papel de varejista, devendo manter abastecida sua banca em feira livre ou em um mercado municipal, por exemplo.

Os olericultores que já operaram com o canal de distribuição atacadista revelam descontentamento com a forma de comercialização praticada pelo canal. No primeiro contato os produtos têm um determinado preço, no momento da entrega os preços sofrem uma

redução significativa. Os produtos são reclassificados pelo atacadista e informa-se ao produtor que houve baixa na quantidade entregue. Desta forma, alguns produtos são vendidos abaixo do preço mínimo, não cobrindo o custo de produção dos agricultores. Além disso, há uma demora no pagamento dos produtos entregues, por vezes até 60 dias, dificultando a implantação de novos cultivos pela falta de recursos financeiros.

Os problemas relevantes apontados pelos canais de distribuição da produção olerícola, foram: (i) falta de capital de giro para aguardar o recebimento dentro dos prazos de pagamentos estabelecidos pelos diversos canais; (ii) falta de noções de higiene; (iii) falta de controle da qualidade; (iv) inconstância na entrega dos pedidos; (v) não atendimento dos horários de entrega; (vi) problemas logísticos (utilização de caixas de madeira para transporte e armazenamento, por exemplo); (vii) o olericultor apresenta uma assimetria de informações em relação aos demais agentes/atores dessa cadeia produtiva; (viii) pequena escala produtiva; e (ix) falta de associativismo ou cooperativismo.

Desde 2010 está em vigor a compra de no mínimo 30% dos alimentos da AF para a merenda escolar. Não foram encontrados olericultores que comercializam sua produção para cozinhas industriais. A justificativa para tal procedimento é devido as empresas responsáveis pelas cozinhas terem certificação da produção. Em Pato Branco, as empresa responsáveis pelas cozinhas industriais são de Curitiba e São Paulo e já possuem olericultores integrados na cidade de origem destas empresas. Outros pormenores dos canais de distribuição foram relatados na etapa 2 da Fase 1 ou estão apresentados no Apêndice C.

6.3 FASE 3 – PROCESSO DE FILTRAGEM

Na concepção do SPPO, o olericultor não se utiliza apenas de “modelos mentais” como revelou as entrevistas com especialistas e olericultores familiares, é um usuário ativo, principalmente no processo de filtragem, o qual permite incluir suas preferências baseadas em seu conhecimento. Nesta fase, busca-se explorar o conhecimento prático empírico do olericultor na tomada de decisão sobre o que, quanto, quando e para quem produzir. O domínio do conhecimento “macro” sobre seu sistema produtivo possibilita ao olericultor saber que determinadas hortaliças não poderão ser produzidas de forma eficiente devido a baixa disponibilidade de alguns recursos produtivos (capital e mão de obra, por exemplo).

Nesta seção apresentam-se os filtros propostos para o processo de filtragem do SPPO e a sua forma de atuação. Os principais objetivos dos filtros propostos são: (i) excluir canais de distribuição da produção e culturas (hortaliças e adubações verde) inadequadas para a UPF em estudo; (ii) adequar intervalos de plantio definidos pela literatura à realidade da localidade; e

(iii) preparar os dados para o Modelo de Planejamento da Sequência de Produção de Olerícolas (MPSPPO), que será desenvolvido na Fase 4 (seção 6.4). O processo de filtragem ocorre em duas subfases, a saber: (i) preparação para o processo de filtragem: etapa que define o que o olericultor deve observar para aplicar os filtros propostos nas etapas de pré-seleção de canais e das hortaliças que pretende produzir; e (ii) aplicação dos filtros exclusivos e redutores. A saída dos filtros são as hortaliças aptas para a UPF em estudo e os intervalos de tempo (semanas) em que é possível plantar para a localidade em estudo. Um caso prático será apresentado no capítulo 7.

6.3.1 Preparação para o Processo de Filtragem

As informações são de fundamental relevância para definir entre uma produção com bons resultados ou de fracasso. Para a tomada de decisão de forma eficaz é preciso ter informações atualizadas. Desta forma, antes de aplicar o processo de filtragem, deve-se buscar o máximo possível de conhecimento sobre as características da olericultura na região (insumos produtivos e demanda, por exemplo). O olericultor precisa ter clareza dos recursos produtivos que tem a sua disposição antes de realizar a pré-seleção de canais e hortaliças. Neste sentido, os recursos que podem ser mensurados, funcionarão como filtros, sendo do tipo “possui o recurso” (1) ou “não possui” (0). Exemplificando, listam-se as construções e benfeitorias da UPF – casa de vegetação ou túnel para o cultivo protegido e galpões (*packing houses*) para beneficiamento e acondicionamento das oleráceas. Enfim, destaca-se somente o patrimônio da UPF utilizado totalmente ou parcialmente na atividade olerícola. Para isso, elaborou-se uma planilha, Apêndice D, que permite assinalar os itens que se encontram na propriedade e que podem ser utilizados na produção das oleráceas. Por outro lado, os recursos produtivos que são medidos pela quantidade disponível, devem ser considerados na pré-escolha de canais e hortaliças, porém, a quantidade máxima disponível deve ser respeitada no MPSPPO (Fase 4). Exemplificando, a área total disponível para a produção de hortaliças (50.000 m², por exemplo) e os recursos humanos familiares e externos disponíveis (4 homens, 2 mulheres e 1 menor aprendiz, por exemplo).

O olericultor é o ator responsável pelo levantamento e consideração das informações: (a) demanda (canais de distribuição potenciais, exigências de qualidade das hortaliças pelos canais, sazonalidade do consumo, produtos substitutos, preço histórico/atual e exigências de quantidade de entrega: mínima/máxima); (b) oferta (potencial de produção local/regional e saturação do mercado, sazonalidade da produção e existência de produtos substituto-similares); (c) serviços de apoio existente na localidade/região (agropecuárias, ATERs, SMA,

instituições de crédito, cooperativas ou associações, por exemplo); (d) microclima da localidade (temperaturas e umidade relativa do ar, por exemplo). Segundo um dos especialistas entrevistados, o olericultor com base em sua experiência sobre o microclima da UPF, mesmo sem o registro formal destes dados, tem condições de afirmar a época em que consegue produzir determinada hortaliça; (e) solo (tipo e fertilidade, por exemplo) destinado a produção olerácea; (f) sistema de produção utilizado; (g) sistema de irrigação; (h) máquinas, equipamento e veículos; e (i) recursos humanos existente na UPF (familiar e externo), por exemplo. Em relação aos serviços de apoio, o olericultor deverá verificar se tem acesso aos insumos necessários (sementes, mudas, fertilizantes e defensivos, por exemplo). Se o olericultor não sabe sobre a disponibilidade dos insumos, deve entrar em contato com os fornecedores (agropecuárias, associações e cooperativas, por exemplo).

6.3.2 Pré-seleção de canais e hortaliças

A escolha preliminar dos canais, culturas e restrições, como supramencionado, deve ocorrer de acordo com a experiência do olericultor na atividade: (i) canais potenciais: dos canais de distribuição existentes na região/localidade escolhe-se os “canais potenciais”; (ii) das hortaliças requisitadas pelos canais potenciais escolhe-se as “hortaliças aptas” para o cultivo de acordo com a disponibilidade de recursos da UPF; (iii) grupo de restrições de base ecológico-sustentável que deseja incluir: (a) sucessão cultural (família botânica diferente); (b) uma cultura para adubação verde; e (c) um período de pousio. A modelagem matemática será realizada na Fase 4, sendo denominada MPSPO. Vale ressaltar que pode ocorrer de um olericultor conseguir vender certa hortaliça para um canal e não para outro devido as necessidades e/ou requisitos de cada canal de distribuição.

De acordo com a metodologia proposta no SPPO, existem dois tipos de filtros: exclusivos e redutores. O objetivo dos filtros exclusivos é reduzir o número de culturas e desta forma facilitar o processo de alocação no espaço e no tempo, minimizando a explosão de combinações de plantios a serem realizados. Esta última etapa deverá ocorrer por meio do MPSPO. Por outro lado, a saída dos filtros redutores será o intervalo de tempo ao longo do ano (semanas) em que é possível produzir, respeitando a integração entre as recomendações agrotécnicas e as condições da localidade, segundo cada variável de interesse. Os dados necessários para esta integração foram armazenados no banco de dados do SPPO (Fase 2). Para a aplicação dos filtros exclusivos devem ser executadas as seguintes etapas:

- **Etapa 1: Pré-seleção de Canais de Distribuição - Para quem vender as hortaliças?**

A primeira etapa do processo de filtragem consiste em determinar os potenciais clientes do olericultor, para isso, deve-se: (i) identificar os canais de distribuição que podem ser utilizados para escoamento da produção; (ii) conhecer as exigências desses canais em relação a quantidade e qualidade dos produtos, variedade, prazos, formas de entrega e recebimento, responsabilidade pelo transporte, exposição dos produtos e por perdas pós-entrega (política de devolução); e (iii) selecionar os canais de distribuição que têm exigências capazes de serem atendidas. Com essas informações, o olericultor poderá fazer uma pré-escolha dos canais que lhe conferem maiores preços ou melhores condições de pagamento, por exemplo. Para facilitar o processo de escolha, uma tela apresentando o *portfólio* de canais deve ser oferecida ao olericultor (Tela 1), conforme ilustra a Figura 39. Por outro lado, o canal de distribuição deve fornecer ao olericultor e este ao sistema (SPPO), as hortaliças que necessitam e especificar o grupo/variedade desejado. No Sul do Brasil, por exemplo, o consumidor em geral, prefere o pepino do grupo Caipira (coloração verde-clara) em detrimento do tipo Aodai (verde-escura). Em outras regiões do Brasil há uma inversão da preferência.



Figura 39 – Tela 1: *Portfólio* de canais de distribuição

- **Etapa 2: Pré-seleção de Hortaliças – Quais produzir?**

A etapa posterior a escolha dos potenciais canais de distribuição é a definição de quais hortaliças podem ser produzidas para cada canal pré-selecionado, de acordo com suas necessidades e exigências. Nesta etapa devem ser verificadas as condições da UPF, como, por exemplo: (i) tipo de solo; (ii) declividade do terreno (inclinação e orientação); (iii) recursos disponíveis para a produção; e (iv) preferências do olericultor. Ressalta-se que a definição final de produção deve ocorrer somente com a aplicação do MPSPO (Fase 4). Novamente para facilitar o processo de pré-seleção, para cada opção escolhida (Tela 1), deve-se oferecer uma nova janela apresentando as hortaliças demandas por este canal (Tela 2), como mostra a

Figura 40. O olericultor deve escolher as hortaliças que acredita – com base em conhecimento de técnicas ou detalhes práticos da produção olerácea que permite mais eficiência e melhores resultados em uma operação de seleção e/ou processo decisório – estar apto à produção. Assim, como guia pode-se utilizar a seguinte questão: Quais hortaliças, entre as 60 disponibilizadas, deseja cultivar no próximo ano olerícola? Para responder, analise o seu conhecimento (saber produzir) e as suas preferências (gostar de produzir) sobre as hortaliças.



Figura 40 – Tela 2: *Portfólio de hortaliças*

Para sintetizar o processo de filtragem, a Figura 41 apresenta, de forma resumida, os demais filtros que são utilizados nesta fase e a forma de atuação destes. Ressalta-se que a ordem de aplicação dos filtros é irrelevante para o resultado do processo de filtragem. Os filtros não precisam ser independentes, isto é, algumas características do sistema de produção ou do olericultor estão sendo consideradas em mais de um filtro. A sistemática de aplicação dos filtros serão apresentados na sequência. Para facilitar a operacionalização dos filtros, estes foram implementados no MS-Excel[®].

FILTRO (tipo)	FORMA DE ATUAÇÃO/ ATOR (exclusão ou redução)
Nível de produção e saturação do mercado (filtro exclusor)	Verificar o nível de produção local e/ou regional e se o mercado de cada hortaliça analisado já está saturado. A saturação implica em exclusão do <i>portfólio</i> de hortaliças por meio da pré-seleção. Ator: olericultor.
Demanda/Cultural (filtro exclusor)	Excluir as hortaliças que não têm demanda no mercado local que justifiquem a sua produção ou determinar o grupo de uma determinada espécie. Por exemplo, no município de Pato Branco/PR o tipo de abobrinha preferida é a italiana e o tipo de pepino é o caipira. Desta forma, ao planejar uma produção com potencial para estas duas hortaliças, tem-se um processo de filtragem, pois outros grupos destas espécies não têm demanda. Ator: olericultor.
Necessidades/requisitos do canal de distribuição (filtro exclusor)	Verificar se a UPF é capaz de produzir as hortaliças segundo necessidades e exigências dos canais de distribuição. Desta forma, busca-se determinar quais hortaliças não consegue atender as necessidades/requisitos do(s) canal(is) de distribuição e promover as exclusões do <i>portfólio</i> . Ator: olericultor.
Capacidade de produção/venda (filtro exclusor)	Verificar se o olericultor é capaz de produzir a quantidade que seus canais exigirão. Determinar a quantidade máxima que acredita conseguir produzir. Alguns canais exigem uma quantidade mínima para operar com o olericultor e desta forma reduzir a quantidade de fornecedores. Ator: olericultor.
Economia de escala (filtro exclusor)	Excluir as hortaliças que demandam economia de escala e que, portanto, não são as mais adequadas às UPFs. Ator: sistema (SPPO) ou olericultor.
Tipo de solo (filtro exclusor)	O tipo de solo pode impedir ou inviabilizar a produção de determinadas hortaliças. Exemplificando, o solo predominante no município de Pato Branco/PR é o solo do tipo argiloso. Este tipo de solo não é ideal para a produção de hortaliças cuja parte comercial/comestível desenvolvem-se sob o solo, tais como: mandioquinha-salsa, batata, batata-doce, cará, inhame, rábano e nabo, por exemplo. Da mesma forma, para as culturas que são sensíveis a acidez do solo e, se for decisão do olericultor não corrigir o solo (calagem), deve-se excluir as hortaliças intolerante a esta característica do solo, que é a mais comum de ser encontrada no Brasil. Ator: sistema (SPPO).
Acesso aos insumos produtivos (filtro exclusor)	Tem acesso aos insumos necessários ao processo produtivo (semente ou mudas, por exemplo)? A inexistência de um insumo pode ser um fator impeditivo ou redutivo de produção, inviabilizando o cultivo de determinada olerácea. As hortaliças que se encontrarem sob esta condição devem ser eliminadas do <i>portfólio</i> . Ator: olericultor.
Recursos financeiros (filtro exclusor)	Excluir as hortaliças que demandam altos investimentos para a produção e que, em geral, não são indicadas para a produção nas UPFs, onde os recursos financeiros (próprios e terceiros) são escassos. Vale ressaltar que os recursos financeiros também devem atuar no MPSPPO. Ator: olericultor.
pH (filtro exclusor)	Se o olericultor não pretende efetuar a calagem/correção do solo, então deve-se excluir as hortaliças que não se adaptam ao cultivo sob o pH do solo da UPF. Este resultado deve ser advindo de análise laboratorial do solo. Ator: sistema (SPPO).
CLIMA Geadas (filtro redutor)	A produção de hortaliças, no sistema convencional (plântio no solo sem utilização de sistema de casa de vegetação ou de túneis), sensíveis à geadas, pode provocar uma redução no tempo possível (semanas) de ocupação da cultura. Neste sentido, deve-se confrontar a sensibilidade da planta à geadas (1, se é tolerante ou 0, caso contrário) com a probabilidade de ocorrência de geadas (acima de 10%). Ator: sistema (SPPO).
Sistema de produção (filtro redutor)	Exemplificando: Sem a utilização de casas de vegetação/túnel pode não ser possível cultivar algumas hortaliças em determinada época do ano. Ator: sistema (SPPO).

Cont.

<p>CLIMA Temperatura ideal: [Tmin; Tmax] (filtro redutor)</p>	<p>De acordo com a literatura consultada cada hortaliça tem um intervalo ideal de temperatura para germinação e outro para o desenvolvimento. Por outro lado, a localidade, com base em dados históricos tem os valores médios previstos ao longo do ano. Assim, deve ser realizada uma intersecção entre o ideal prescrito pela literatura e o que se encontra na localidade. A saída será a época em que é possível a ocupação de cada hortaliça na localidade. Ator: sistema (SPPO).</p>
<p>Outras Agrotecnologias (filtro redutor)</p>	<p>Verificar a disponibilidade de máquinas, equipamento e veículos. Exemplificando, a ausência de trator e/ou equipamentos com rotoencanteirador ou enxada rotativa dificulta o preparo do solo, como o levantamento de canteiros. Ator: olericultor.</p>
<p>Forma de propagação: vegetativa (ou assexual)</p>	<p>As principais hortaliças que utilizam estruturas ou órgãos vegetativos para reprodução são: alho, alcachofra, aspargo, batata, batata-doce, cará, cebola, cebolinha, couve-de-folha (comum), inhame, mandioquinha-salsa, morango e taioba. Em geral, há dificuldade de atender às programações de plantio e de produção, em razão da não disponibilidade das estruturas para a venda no mercado. Ator: olericultor.</p>
<p>Recursos Hídricos: Precipitação pluviométrica e irrigação (filtro redutor)</p>	<p>Quando as culturas são muito sensíveis ao <i>déficit</i> hídrico e não existe sistema de irrigação, a alocação de plantio deve ocorrer nas semanas em que as necessidades hídricas da cultura são atendidas, pois não se deve cultivar hortaliças, quando não há água em quantidade suficiente para uma boa produção. Assim, busca-se estabelecer um calendário de plantio que minimize os efeitos dos <i>déficits</i> hídricos. Portanto, deve-se excluir as hortaliças exigentes em água, em períodos de baixa precipitação pluviométrica. Em geral, é muito difícil cultivar as hortaliças mais sensíveis à água (folhosas, por exemplo) em determinado período do ano, sem o uso de irrigação. Ator: sistema (SPPO).</p>

Figura 41 – **Filtros propostos para o processo de filtragem (Fase 3) do SPPO**

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a execução dos filtros apresentados na Figura 41, é preciso que o olericultor responda as seguintes questões chaves:

- (01) Tem sistema de irrigação (tem: 1; não tem: 0)?
- (02) Tem água em abundância (tem: 1; não tem: 0)?
- (03) Qual o pH do solo da UPF (valor entre 0 e 14)?
- (04) Qual o tipo de solo da UPF (arenoso, misto ou argiloso)?
- (05) Será realizada a calagem/correção do solo, se for necessário (sim: 1; não: 0)?
- (06) Adota o sistema de casa de vegetação ou de túneis (baixos ou altos) para o cultivo protegido (sim: 1; não: 0)?
- (07) Quais são suas hortaliças preferidas (sabe/gosta de produzir)?
- (08) Quais hortaliças têm demanda no mercado local/regional?
- (09) Há disponibilidade de materiais propagativos: sementes, mudas e outros insumos essenciais?
- (10) Quais culturas pretende utilizar como adubação verde?
- (11) Pretende inserir um período de 4 semanas de pousio no ano planejado (sim: 1; não: 0)?
- (12) Será contemplada a possibilidade de armazenamento em câmara frigorífica da produção recém colhida (sim: 1; não: 0)?

Para a aplicação destes filtros, considera-os como variáveis dicotômicas, sendo atribuído o valor 1 (ideal, apto segundo o filtro) ou 0 (inadequado, eliminado pelo filtro exclutor). Os três filtros mais importantes que foram submetidos a esta sistemática, nomeados de Filtro RHi (recursos hídricos), Filtro pH (pH do solo) e Filtro TS (Tipo de Solo), são apresentados na sequência. Salienta-se que somente as hortaliças que forem aprovadas por estes filtros seguirão como candidatas para a Fase 4 (MPSP). Uma outra possibilidade de resultado é continuarem como candidatas, mas com uma possível redução no período de alocação. Isto pode ocorrer pela falta de água ou propensão às geadas em determinados períodos que não há agrotecnologia disponível na UPF, para reduzir os efeitos sobre o desenvolvimento e produção das oleráceas sensíveis.

- **Filtro Recursos Hídricos (RHi)**

As informações necessárias para o funcionamento do Filtro RHi são: (i) a hortaliça *i* tolera a falta de água (ator: literatura); (ii) existe sistema de irrigação (ator: olericultor); (iii) existe água em abundância (ator: olericultor). Para esta etapa da filtragem, deve-se verificar qual das possibilidades ocorre: (a) se as hortaliças toleram a falta de água, então devem ser automaticamente aprovadas pelo Filtro RHi; (b) se as hortaliças não toleram a falta de água, mas na UPF existe(m) sistema(s) de irrigação e água em abundância, estas culturas devem ser aprovadas pelo Filtro RHi; (c) se uma cultura não tolera a falta de água e não existe sistema de irrigação, o Filtro RHi deve excluí-la do *portfólio* de culturas; e (d) se uma cultura não tolera a falta de água e existe sistema de irrigação, porém a disponibilidade não é em abundância o Filtro RHi deve excluí-la do *portfólio*. Para facilitar a execução do Filtro RHi, o mesmo foi implementado em uma planilha eletrônica com operadores lógicos, porém esta análise pode ser feita somente com papel observando as possibilidades elencadas na Figura 42. Vale ressaltar que, para os casos (c) e (d), se o regime de chuvas for satisfatório pode se efetuar o plantio, porém, esta possibilidade não é contemplada no SPPO, pois entende-se que depender da produção sem um sistema de irrigação dificulta, em muito, o desenvolvimento da atividade olerícola. Entretanto, mesmo trabalhando com irrigação é preciso levar em consideração o regime de chuvas da localidade, para um manejo adequado evitando o estresse hídrico na planta, o que pode reduzir a produtividade e a qualidade esperada.

Hortaliça	Tolera falta de Água	Sistema de Irrigação	Água em abundância	Resultado do RHi	Nº de caso(s)
<i>i</i>	1	0 ou 1	0 ou 1	Ok, aprovada	4 casos (1x2x2)
	0	0	0 ou 1	X, excluída	2 casos (1x1x2)
	0	1	0	X, excluída	1 caso (1x1x1)
	0	1	1	Ok, aprovado	1 caso (1x1x1)

Figura 42 – Forma de atuação do Filtro Exclutor RHi

Fonte: Elaborada pelo autor

- **Filtro pH do solo (pH)**

O pH do solo é um dos fatores que mais influenciam no crescimento de uma planta, podem causar toxicidade ou deficiência de alguns nutrientes e até determinar a morte da planta, caso seja inadequado. A atuação do Filtro pH ocorre de forma análoga ao Filtro RHi. Assim, se a análise de solo revelar que o pH da UPF não é o ideal para determinadas hortaliças, deve-se verificar se o produtor pretende efetuar a aplicação de calcários (calagem), buscando atingir um pH ideal: entre 6,0 e 6,5, para a maioria das hortaliças (FILGUEIRA, 2008). Vale ressaltar que, se o valor do pH do solo da UPF em estudo pertence ao intervalo ideal de pH da hortaliça *i*, então, as informações tolera/não-tolera acidez e calagem/correção é irrelevante. Para facilitar a execução do Filtro pH, este também foi implementado em uma planilha eletrônica. As possibilidades são apresentadas na Figura 43.

Hortaliça	pH ideal		pH da UPF	Ideal \cap pH	Tolera Acidez	Calagem/Correção	Resultado do pH	Nº de caso(s)
<i>i</i>	6,0	6,5	6,3	1	0 ou 1	0 ou 1	Ok, aprovada	4 casos (1x2x2)
	6,0	6,5	5,3	0	1	0 ou 1	Ok, aprovada	2 casos (1x1x2)
	6,0	6,5	5,3	0	0	1	Ok, aprovada	1 casos (1x1x2)
	6,0	6,5	5,3	0	0	0	X, excluída	1 caso (1x1x2)

Figura 43 – Forma de atuação do Filtro Exclutor pH

Fonte: Elaborada pelo autor

- **Filtro Tipo de Solo (TS)**

A forma de atuação deste novo filtro segue de perto os anteriores (RHi e pH). Entretanto, neste filtro, deve-se confrontar o tipo de solo mais adequado para cada hortaliça com as características disponível na UPF em estudo, advinda da análise de solo em laboratório credenciado pelo Ministério da Agricultura. A Figura 44 demonstra a forma de atuação deste filtro. Se forem iguais é aprovada. Por outro, sendo diferentes é reprovada. Novamente uma planilha eletrônica foi escrita para esta etapa.

Hortaliça	Tipo de solo mais adequado (ator: literatura)	Tipo de solo da UPF (ator: olericultor)	Resultado do Filtro
<i>i</i>	Arenoso	Arenoso	Ok, aprovada
	Misto	Misto	Ok, aprovada
	Argiloso	Argiloso	Ok, aprovada
	Misto	Arenoso	X, excluída
	Argiloso	Arenoso	X, excluída
	Arenoso	Misto	X, excluída
	Argiloso	Misto	X, excluída
	Arenoso	Argiloso	X, excluída
	Misto	Argiloso	X, excluída

Figura 44 – Forma de atuação do Filtro Exclutor TS

Fonte: Elaborada pelo autor

Os demais filtros excludores seguem metodologia análoga ou mais simplificada. Por questão de objetividade e espaço, são omitidos. Entretanto, estes filtros também foram implementados em planilhas eletrônicas e podem ser observados no Apêndice E. Por outro lado, os filtros redutores têm uma sistemática diferente, pois o objetivo destes é identificar as

semanas ao longo do ano em que é possível uma determinada hortaliça ocupar o campo, encontrando as características agroclimáticas adequadas (temperaturas extremas e umidade relativa, por exemplo). Assim, estes filtros realizam a integração entre o preconizado pela literatura e as condições climáticas que ocorrem na localidade, na busca pela alocação (Fase 4) no momento em que a localidade oferece o que a planta necessita, se for possível. Se isto não ocorrer, a localidade não é adequada para a produção da olerácea em estudo. Entretanto, um sistema de produção protegido com controle das variáveis climáticas, pode tornar possível, desde que se disponha de recursos financeiros para a implantação destas modernas agrotecnologias.

6.3.3 Integração entre as recomendações agrotécnicas e o microclima da UPF

As peculiaridades de cada cultura devem ser consideradas, porém é a temperatura o fator determinante mais ponderável na organização do calendário de plantio (FILGUEIRA, 2008). A Figura 45 apresenta a metodologia proposta para identificar as semanas adequadas de acordo com os extremos de temperatura do solo durante o desenvolvimento da hortaliça. A semana será considerada adequada, se, e somente se, a temperatura mínima local (T_{minmin}) for maior ou igual a temperatura mínima estabelecida pela literatura (T_{min}) e a temperatura máxima local (T_{maxmax}) for menor ou igual a temperatura máxima determinado pela literatura (T_{max}). Caso contrário, a semana será considerada inadequada. Neste último caso, a hortaliça não deve estar no campo nesta semana. Vale ressaltar que este procedimento deve ser repetido para todas as hortaliças e para as 52 semanas do ano planejado. Neste sentido, foram implementadas planilhas eletrônicas no MS-Excel que automatizam esta metodologia.

Hortaliça	Literatura		Localidade						Lógica	Resultados	
			Semana 01		Semana 02		...	Semana 52			
	T_{min}	T_{max}	T_{minmin}	T_{maxmax}	T_{minmin}	T_{maxmax}		T_{minmin}			T_{maxmax}
I	a	b	a_1	b_1	a_2	b_2		a_{52}	b_{52}	$Se(a_j \geq a$ e $b_j \leq b;$ Ok; X)	Semanas em que ocorre Ok
Alface	7	33	15,93	31,10	16,26	31,14		15,24	30,92		$[1; 20] \cup$ $[33; 52]$

Figura 45 – Forma de atuação do Filtro Redutor Temperaturas Extremas

Fonte: Elaborada pelo autor

Após a determinação das semanas que são factíveis para a ocupação das hortaliças na UPF em estudo foi preciso determinar as semanas em que podem ocorrer o plantio. Para esta finalidade foi construída uma nova sistemática, resumida na Figura 46. Desta forma, os resultados (J_i) determinam as semanas em que cada hortaliça pode estar ocupando o terreno. Na sequência, foram determinadas as semanas em que pode ocorrer o plantio (U_i), respeitando as temperaturas ideais e os ciclos culturais de cada olerácea. Por fim, foi realizada a integração (interseção: $S_i = I_i \cap U_i$) entre as semanas ideais apresentadas pela literatura e as

encontradas na localidade. Desta forma, busca-se alocar os plantios (Fase 4) nas semanas em que as culturas não encontrem temperaturas que causem injúrias.

Hortaliça	Semanas de Plantio Literatura (I_i)				Semanas de Ocupação Localidade (J_i)				Ciclo (t_i)	Semanas de Plantio Localidade/UPF (U_i)				Semanas de Integração $S_i = I_i \cap U_i = \{j / j \in I_i \text{ e } j \in U_i\}$			
	a_i	b_i	c_i	d_i	a_i	b_i	c_i	d_i		a_i	$b_i - t_i + 1$	c_i	$d_i - t_i + 1$	a_{ij}	b_{ij}	c_{ij}	d_{ij}
Alface	1	8	31	52	1	20	33	52	7	1	$20-7+1 = 14$	33	$52-7+1 = 46$	1	8	33	46

Figura 46 – Semanas de plantio de acordo com a temperatura da literatura e da localidade

Fonte: Elaborada pelo autor

O ciclo cultural (t_i) das oleráceas e as semanas de plantio do SPPO foram adaptados a partir dos meses de plantio apresentados por Amaro *et al.* (2007). Por outro lado, as semanas de ocupação respeitam as temperaturas mínimas e máximas de desenvolvimento das hortaliças segundo Almeida (2006). Exemplificando, para a hortaliça alface as temperaturas locais devem pertencer ao intervalo ($^{\circ}\text{C}$): [7; 33].

No tocante a forma de atuação do filtro redutor geada deve-se confrontar a tolerância de todas as hortaliças às geadas com a possibilidade de cultivo em ambiente protegido (casas de vegetação ou túneis, por exemplo). Se a planta for sensível às geadas, mas o sistema de cultivo na UPF permite o cultivo protegido, a sensibilidade pode ser relevada. As plantas que não estão susceptíveis às geadas podem ser plantadas independente do sistema de cultivo. Por outro lado, a inexistência do cultivo protegido inviabiliza o cultivo das hortaliças sensíveis as geadas nos períodos em que a probabilidade é maior ou igual a 10%. As possibilidades são exibidas na Figura 47.

Hortaliça	Tolera Geada	Casa de vegetação ou túnel	Resultado do Filtro	Nº de caso(s)
i	1	0 ou 1	Ok, aprovada	2 casos (1x2)
	0	1	Ok, aprovada	1 caso (1x1)
	0	0	X, quarentena ou retida	1 caso (1x1)

Figura 47 – Forma de atuação do Filtro Redutor Geada

Fonte: Elaborada pelo autor

Além do exposto anteriormente, no tocante a aplicação do filtro redutor geada foi adotada a sistemática apresentada na Figura 48 para as hortaliças que ficaram sob a condição de “quarentena”. Nesta condição, deve-se confrontar as semanas recomendadas pela literatura para plantio com a probabilidade de ocorrência de geadas na localidade. Vale ressaltar que este filtro deve ser aplicado somente para as hortaliças sensíveis às geadas e com o cultivo não protegido (campo aberto).

Hortaliça	Semanas de Plantio Literatura (I_i)				Semanas Sem Geadas Localidade (J_i)				Ciclo (t_i)	Semanas de Plantio Localidade/UPF (U_i)				Semanas de Integração $S_i = I_i \cap U_i = \{j / j \in I_i \text{ e } j \in U_i\}$			
	a_i	b_i	c_i	d_i	a_i	b_i	c_i	d_i		a_i	$b_i - t_i + 1$	c_i	$d_i - t_i + 1$	a_{ij}	b_{ij}	c_{ij}	d_{ij}
Alface	1	8	31	52	1	19	39	52	7	1	$19-7+1 = 13$	39	$52-7+1 = 46$	1	8	39	46

Figura 48 – Semanas de plantio de acordo com as geadas: literatura versus localidade

Fonte: Elaborada pelo autor

Para as demais variáveis agroclimáticas (filtros redutores) a sistemática segue de perto a exposta e, por isso, é omitida. No entanto, estes filtros também foram implementados em planilhas eletrônicas e podem ser observados no Apêndice F. A Figura 49 apresenta, parcialmente e de forma ilustrativa, o processo de integração dos filtros redutores. Uma versão completa é apresentada no Apêndice G. Como supramencionado, a ordem de aplicação dos filtros é irrelevante. Neste caso, os valores apresentados na última linha indicam a semana em que é possível o plantio da alface na localidade analisada, sendo denominado “zoneamento”. Na Figura 49, a variável t_i indica o ciclo cultura da alface, enquanto a variável j indica a semana. Por outro lado, a variável “Literatura (I_i)” indica as semanas de plantio que são oriundas de recomendações agrotécnicas sobre a espécie. As demais informações que constam nesta Figura retratam os filtros redutores que são aplicados e os resultados, denominados de “intersecção”.

ALFACE	t_i	7	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
PLANTIO	SEMANAS																
	a	b	c	d													
Literatura (I_i)	1	8	31	52	1	2	3	4	5	6	7	8					
Temp. Extrem. Ideal (°C)	1	14	33	46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 1	1	8	33	46	1	2	3	4	5	6	7	8					
Sem Geadas	1	13	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 2	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8					
UR (40 a 80%)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 3	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8					
Rad Sol (3,6 a 20 MJ/m ² /dia)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 4	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8					
Fotoperíodo (h)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 5	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8					
Temperaturas médias (°C)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Filtro - Intersecção 6	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8					

Figura 49 – Zoneamento Agroclimático da Alface (parcial)

Fonte: Elaborada pelo autor

6.3.4 Preparação de dados para o MPSPO

Por fim, para finalizar o processo de filtragem, que também contempla a preparação para a aplicação do MPSPO (Fase 4), deve-se executar as etapas:

- Para cada hortaliça, de cada canal pré-selecionado, deve-se fornecer a quantidade (contratada, máxima ou mínima) demandada pelo canal, o preço médio e quando deverá ser entregue. Exemplificando, o olericultor deve fornecer as possibilidades de entrega de cada hortaliça i , isto é, a demanda contratada (fixa, mínima ou máxima) da hortaliça i na semana j , representada pela rubrica d_{ij} .
- Escolher o grupo de restrições de base ecológico-sustentável que deseja atender: (i) sucessão cultural com espécies de famílias botânicas diferentes; (ii) inclusão da adubação

verde; (iii) inclusão do pousio; e (iv) possibilidade de armazenagem da produção recém colhida, com perda associada. As demais restrições são obrigatoriamente impostas no MPSPO. Exemplificando: restrições agrotécnicas (época de plantio, ciclo cultural e produtividade, por exemplo); recursos humanos disponíveis (homens, mulheres e aprendizes); restrições financeiras (recursos próprios e de terceiros); e restrições mercadológicas (demanda e preço local).

- Escolha da cultivar: Depois de transcorridas as pré-seleções de canais e espécies (hortaliças), os olericultores devem escolher as cultivares, pois seus dados técnicos (época de plantio, ciclo cultural e produtividade, por exemplo) serão utilizados na Fase 4 (MPSPO). O olericultor deve buscar selecionar uma cultivar adaptada a época de plantio e às condições de clima e solo da localidade. Além disso, a cultivar deve apresentar boa produtividade, aceitabilidade pela população local (tamanho, forma e qualidade, por exemplo), e resistências as principais pragas e doenças da espécie, se existir.

6.4 FASE 4 – MODELAGEM MATEMÁTICA DO SPPO

Na seção anterior foi proposto um processo de filtragem com o objetivo de pré-selecionar canais de distribuição e hortaliças. Além disso, foram agregadas novas informações ao banco de dados estruturado na Fase 2, com dados sobre a UPF, o olericultor e a demanda local. Nesta seção, é desenvolvida a modelagem matemática do SPPO, com destaque para o Modelo de Planejamento do Sequenciamento de Produção de Olerícola (MPSPO).

O problema de decisão do MPSPO pode ser enunciado da seguinte forma: quanto deve ser produzido de cada hortaliça i em cada semana j de forma a maximizar a receita líquida (RL) estando sujeito a um conjunto de restrições obrigatórias (agrotécnicas e de capacidade) e eletivas (base ecológico-sustentável). Assim, para resolver o problema de programação do sequenciamento de cultivos é proposto o MPSPO que segue de perto os modelos SVCSP (SANTOS *et al.*, 2010) e SVCSPPS (COSTA *et al.*, 2010). Para estes modelos seus autores recomendam a resolução pelo método de geração de colunas, que também deve ser utilizado para a resolução do modelo proposto. Os resultados computacionais do modelo matemático podem ser obtidos utilizando-se o aplicativo CPLEX[®].

6.4.1 Modelo de Planejamento do Sequenciamento da Produção Olerícola (MPSPO)

O problema de encontrar a programação de sequenciamento de cultivos para um conjunto de lotes pode ser dado sob diferentes suposições, restrições e objetivos (SANTOS,

2009). O MPSPO procura resolver diversas situações que podem ocorrer em função das peculiaridades da UPF em estudo. Neste sentido, a modelagem proposta busca contemplar modelos alternativos que podem ocorrer em função das características de interesse do olericultor. Assim, o MPSPO é um *portfólio* de modelos para o processo de otimização da produção de oleráceas nas UPFs a partir dos modelos SVCSP (*Sustainable Vegetable Crop Supply Problem*) e SVCSPPS (*Sustainable Vegetable Crop Supply Problem with Perishable Stocks*), que foram adaptados e ampliados para atender aos objetivos do SPPO e são detalhados na sequência.

Os modelos SVCSP e SVCSPPS procuram identificar a rotação de culturas, que pela própria definição, deve-se repetir sucessivamente com o passar do tempo. Desta forma, considera-se um planejamento em longo prazo em que a demanda se estabiliza. Na prática, há alteração na demanda em função da renda *per capita* (VILELA e HENZ, 2000) e busca por melhor qualidade de vida com uma alimentação saudável, por exemplo. Assim, no MPSPO busca-se o sequenciamento de cultivo para o horizonte de planejamento de um ano. Após este período, deve-se novamente aplicar o SPPO. Além disso, no MPSPO é considerado os custos de produção, as receitas brutas geradas e a receita líquida da atividade, ambas descapitalizadas, enquanto nos modelos SVCSP e SVCSPPS pode ser o volume produzido ou a receita bruta, pois não é considerado o custo de produção de cada cultura.

A produção de hortaliças requer vários recursos, que, em geral, são escassos. No MPSPO considera que há limitação nos Recursos Humanos (RHu), nos Recursos Financeiros (RFi) e nos Recursos Hídricos (RHi). Os modelos SVCSP e SVCSPPS não consideram estas restrições de capacidade. O objetivo do acréscimo destas novas restrições aos modelos SVCSP e SVCSPPS é tornar o modelo matemático do SPPO mais fiel à realidade das UPFs que são complexas e apresentam grandes diversidades na forma de condução da produção.

De acordo com Resende e Vidal (2008), a horta é um espaço de produção intensiva de trabalho. Por isso, é indispensável planejar as atividades de acordo com a mão de obra disponível. É muito frequente que, por falhas de planejamento, falte mão de obra para se atingir as metas previstas. A inclusão dos trabalhadores no planejamento do calendário de produção contribui para o sucesso do empreendimento. Os RHu representam a soma da mão de obra (MDO) familiar e externa, formada por homens, mulheres e jovens aprendizes. Por outro lado, os RFi são constituídos pelos capitais próprios e de terceiros. Na produção de hortaliças, em geral, os RHi representam um fator limitante da produção. Para isto, confronta-se a disponibilidade de água (volume, medido em L), com qualidade adequada à produção das oleráceas, com a eventual necessidade de irrigação da área total disponível para a produção.

6.4.1.1 Princípios e Características do MPSPO

As principais características do MPSPO que, são adaptações do modelo SVCSPPS, são: (i) o horizonte de planejamento é finito: $T = 1$ ano civil, dividido em $M = 52$ semanas, conforme o calendário do SPPO (Apêndice H); (ii) as culturas são representadas pelo índice i , sendo: $i = 1, 2, \dots, 59, 60$ hortaliças; $i = 61, 62, \dots, 69, 70$ adubos verdes e $i = 71$ cultura artificial (pousio). As semanas ao longo do horizonte de planejamento são denotadas por $j = 1, 2, \dots, 51, 52$. Os números de semanas em que os produtos oleráceos podem ser estocados são representados por $w = 1, 2, \dots, W_i$; (iii) o ciclo cultural (t_i) inerente a cada espécie olerícola, representa o número de semanas compreendido entre o preparo do solo e a última colheita, isto é, corresponde ao intervalo de tempo em que a área de plantio fica imobilizada para a cultura i . Entretanto, a duração do ciclo cultural depende da cultivar, do clima e da época do ano; (iv) cada hortaliça i tem uma época específica do ano I_i (semanas), em que pode ser plantada na localidade analisada. As semanas aptas ao plantio foram determinadas pela aplicação dos filtros redutores, durante o processo de filtragem, integrando as recomendações agronômicas (preconizadas pela literatura) e as condições climáticas da UPF (localidade). Vale ressaltar que para a cultura artificial (pousio): $I_n = \{1, 2, \dots, 51, 52\}$; (v) a demanda de cada hortaliça i , em cada semana j , para cada canal de distribuição é conhecida e deve ser atendida pela produção ou pelo estoque. A demanda foi identificada pelo olericultor durante o processo de filtragem. Assim, as hortaliças devem estar disponíveis nas semanas em que foram encomendadas, atendendo a demanda prevista; (vi) a área disponível para a produção de hortaliças é limitada; (vii) os produtos colhidos podem ser armazenados por um limitado e diferente quantidade de tempo, com perdas associadas (COSTA *et al.*, 2010), sendo considerado que o estoque inicial é nulo para todas as hortaliças; e (viii) as restrições de base ecológico-sustentável (SANTOS *et al.*, 2010): (a) hortaliças de mesma família botânica não são plantadas em sequência temporal imediata; (b) inclusão de uma cultura para adubação verde; e (c) inserção de um período de pousio (4 semanas). No entanto, o conjunto de restrições (a) a (c) são incorporadas ao modelo de forma eletiva, isto é, uma abordagem diferente dos modelos SVCSP e SVCSPPS, pois nestes são obrigatórias. Esta sistemática permite contemplar uma maior diversidade de sistemas de produção.

O MPSPO amplia o modelo SVCSPPS, pois algumas oportunidades de melhorias identificadas são incorporadas: (i) inclusão dos custos de produção de cada olerácea. Supõe-se que o custo unitário de produção é constante ao longo do horizonte de planejamento; (ii)

inclusão dos preços recebidos pelo olericultor. Supõe-se que o preço de cada hortaliça i , em cada semana j , é conhecido. Entretanto, ao contrário do custo de produção, os preços apresentam valores diferenciados em função da semana do ano (flutuações sazonais); (iii) a inclusão do preço esperado e do custo de produção estimada, permite a determinação da receita líquida obtida pela diferença entre a receita bruta e os custos variáveis de produção; (iv) a produção recomendada deve respeitar os RHu (horas-homens/semana, constituídas pela MDO familiar e externa) disponíveis na UPF; (v) de forma análoga a restrição de RHu, a produção deve respeitar os RFi (R\$/semana, montante de recursos monetários resultante dos capitais próprios e de terceiros) disponíveis para a atividade olerícola; e (vi) a produção recomendada deve estar condicionada a disponibilidade de RHi (L/semana).

Diante do exposto, um sequenciamento de cultivos sobre uma área de plantio é factível quando, em sua programação de produção, respeita as restrições: agrotécnicas (épocas de plantio, ciclo cultural, produtividade e número de colheitas, por exemplo), de capacidade (recursos humanos, financeiros e hídricos) e de demanda (quantidade e prazo de entrega, por exemplo). Além disso, a programação de produção deve atender as restrições de base ecológico-sustentável (sucessão temporal imediata com culturas de famílias botânicas diferentes, inclusão de um adubo verde e de um período de 4 semanas para o pousio, por exemplo). Como supramencionado, este último conjunto de restrições é incluído no modelo em função do sistema de produção ou de preferências pessoais do olericultor.

O MPSPO busca definir uma programação anual da sequência de cultivos em cada lote, de tamanho determinado pelo modelo. O período de planejamento é de um ano, distribuído em 52 semanas. Exemplificando: considere que há somente 3 culturas X, Y e Z com ciclo cultural de 22, 17 e 9 semanas, respectivamente. As culturas X e Y pertencem a mesma família botânica, enquanto Z é uma cultura para adubação verde. A cultura X pode ser plantada entre janeiro (semana 1) e julho (semana 30). Por outro lado, as culturas Y e Z podem ser plantadas o ano todo (semana 1 a 52). Finalmente, assume-se que uma cultura para adubação verde e 4 semanas de pousio são obrigatórios na programação de sequenciamento de cultivos. A Figura 50 apresenta uma programação da série de cultivos factível, para este exemplo ilustrativo.

X (22 semanas)					Z (Adubação verde, 9 semanas)					Y (17 semanas)				Pousio (4)				
1	2	...	21	22	23	24	...	30	31	32	33	...	47	48	49	50	51	52

Figura 50 – Uma sequência de cultivo anual factível para o exemplo ilustrativo

Fonte: Elaborada pelo autor

Na programação de sequência de cultivo apresentada na Figura 50, a cultura X é plantada na semana 1 e ocupa a área até a semana 22 (desde que seu tempo de produção ou ciclo cultural é de 22 semanas). Na semana 23, a cultura Z (adubação verde) é plantada e ocupa o lote até a semana 31 (pois seu ciclo cultural é de 9 semanas). Na sequência, na semana 32, a cultura Y é plantada e sua colheita final ocorre na semana 48. Por fim, no período de tempo compreendido entre as semanas 49 e 52 a área fica reservada para o pousio. Nota-se que cada cultura respeita seu tempo de cultivo e as culturas X e Y (pertencentes a mesma família botânica) não são plantadas em sequência temporal imediata. Além disso, como desejado pelo olericultor, na sequência de cultivo, uma cultura para adubação verde (Z) é cultivada e há um período de 4 semanas associado com pousio. Além do exposto na Figura 50, assumi-se que a cultura X tem sua primeira colheita 13 semanas após o plantio e outras colheitas ocorrem semanalmente, até o final da colheita, 22 semanas após a época de plantio. A produção estimada pelo olericultor durante o processo de filtragem nas semanas 14 a 22 são representadas pelos pares de coordenadas (14, 1), (15, 1), (16, 1), (17, 2), (18, 2), (19, 2), (20, 1), (21, 1), (22, 1), sendo semana e quantidade a ser colhida (unidade(s)/m²), respectivamente. Por outro lado, a cultura Y tem somente uma colheita ocorrendo na última semana de seu ciclo cultural de 17 semanas e sua produção é estimada em 3 unidades/m². Utilizando-se estes dados e atendendo a demanda dos canais de distribuição da produção, assume-se o calendário de plantio apresentado na Figura 50, sob uma área de plantio de 10 m². Neste caso, pode-se expressar o calendário de plantio e colheita (ou programação da produção) como exposto na Figura 51.

Culturas (semanas)	X (22 semanas)											Z (9 semanas)			Y (17 semanas)			Pousio			
Semanas ocupadas	1	2	...	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	...	31	32	...	48	49	...	52
Colheitas (unidades/m ²)	-	-	...	10	10	10	20	20	20	10	10	10	-	...	-	-	-	30	-	...	-

Figura 51 – Representação de um planejamento anual da sequência de culturas para uma área fictícia

Fonte: Elaborada pelo autor

Como antes, a cultura X é plantada na semana 1, a cultura Z na semana 23 e a cultura Y na semana 32. A nova informação na Figura 51 representa a produção de cada cultura em cada período. De fato, pode-se observar que nas semanas 14 a 22, há uma produção de (14, 10), (15, 10), (16, 10), (17, 20), (18, 20), (19, 20), (20, 10), (21, 10), (22, 10) unidades da cultura X, respectivamente. Analogamente, na semana 48 há uma produção de 30 unidades da cultura Y. Além disso, a produção da cultura Z não é indicada desde que tem sido utilizada somente para adubação verde e não tem demanda associada.

6.4.1.2 Estimativas de Custo de Produção e Receita Líquida

Muitos olericultores ainda têm uma ideia rudimentar de lucro e custo. Para estes, houve lucro se todas as despesas foram pagas e sobrou dinheiro para viver e reinvestir na próxima cultura. Diante deste cenário, raramente um olericultor sabe por quanto deve ou pode vender a produção, devido a inexistência (ou existência de forma rudimentar) de registros contábeis. Desta forma, não há conhecimento do verdadeiro custo de produção de cada cultura, bem como o lucro líquido obtido (FONTES, 2005). Assim, devido à falta de registros contábeis, são escassos os estudos acurados sobre o custo de produção das hortaliças. Entretanto, há tabelas que podem ser encontradas com agentes de assistência técnica ou publicações de entidades como a EMBRAPA Hortaliças e a EMATER/DF, contendo os coeficientes técnicos de cada cultura, que, multiplicados pelo custo unitário de cada item (atualizados regionalmente), permitem o cálculo do custo de produção. Dispondo-se do custo da cultura, é possível realizar uma análise econômica, que deve orientar as futuras ações do olericultor. Para isso, estabelece-se a incidência percentual de cada item no custo global de produção, evidenciando a importância relativa de cada um deles.

Os custos de produção das hortaliças, utilizados no MPSPO, foram obtidos do trabalho dos profissionais da EMATER/DF que possibilitaram o acesso dos dados via *e-mail* e *site* da empresa. Os custos de produção são compostos por coeficientes técnicos de insumos, serviços e produtos utilizados pelos olericultores. Além disso, também é utilizada a produtividade média esperada de cada olerácea. Desta forma, determinam-se os custos por unidade de comercialização (R\$/kg, maços ou outra unidade apropriada) ou por unidade de área (R\$/m²). Nestes custos não está incluso as despesas com transporte e impostos sobre a produção olerícola.

Os custos de produção são formados basicamente por duas rubricas: insumos (medido em R\$) e serviços (medido em horas máquinas, microtratores ou homens). A rubrica insumos contempla os seguintes itens, medidos em reais: (i) corretivos de solo (calcário dolomítico, por exemplo) (ii) adubos (minerais e orgânicos); (iii) sementes ou mudas; (iv) agrotóxicos ou controles alternativos; (v) energia elétrica para irrigação (kWh); (vi) substrato (mudas); (vii) *mulching* (aplicação de matéria vegetal para cobertura do solo); (viii) mourões; (ix) arames lisos; (x) tutores; (xi) varas; (xii) amarrio (fitilho); e (xiii) embalagens descartáveis para transporte. Por outro lado, a rubrica serviços considera, por exemplo, os seguintes itens: (i) preparo do solo (aração, gradagem e levantamento de canteiro com rotoencanteirador, medidos em h/m: horas-máquinas); (ii) preparo do solo (levantamento de canteiro com

microtrator, medidos em h/mtr: horas-microtrator); (iii) adubação (distribuição manual, medido em d/h: dias-homens); (iv) adubos (incorporação mecânica, medidos em h/mtr); (v) agrotóxico (aplicação, em d/h); (vi) amarrio (d/h); (vii) irrigação (aspersão, gotejamento ou sulco, em d/h); (viii) colheita, limpeza, classificação e acondicionamento (d/h); (ix) desbrota (d/h); (x) marcação (canteiro ou cova ou sulco, em d/h); (xi) mudas (formação em bandejas, em d/h); (xii) *mulching* (d/h); (xiii) transplantio (d/h); (xiv) tutoramento (d/h); e (xv) capina (d/h). Para a operacionalização de futuras atualizações dos valores dos insumos e serviços foi desenvolvida uma planilha eletrônica no MS-Excel[®]. A partir da atualização dos dados comuns, determinam-se os custos de produção de cada olerácea – por unidade de produção ou por unidade de área – de acordo com o interesse do olericultor.

No MPSPO não são considerados os custos que não interferem na tomada de decisão sobre o que, quanto e quando produzir, tais como: (i) custo de transporte da produção (não há diferença relevante); (ii) custo do telefone utilizado para a pesquisa sobre insumos (disponibilidade e preços) e venda dos produtos (contato com os canais de distribuição); (iii) custo de oportunidade (capital próprio e valor da terra, por exemplo); (iv) custo de depreciação (sistemas de irrigação, câmaras frigoríficas, casas de vegetação, construções, instalações, benfeitorias, máquinas, equipamentos e veículos utilizados como suporte para a produção das oleráceas); e (v) custo de manutenção das construções e benfeitorias de utilização na olericultura. Entretanto, estes custos, como são relacionados totalmente ou parcialmente com a produção das oleráceas, são considerados no SPPO, dentro do fluxo de caixa para determinar os indicadores de viabilidade econômica da produção recomendada. Por outro lado, não são considerados no SPPO: (i) custo de seguro da produção; (ii) animais para o trabalho: não será computado o custo do trabalho de animais (cavalos e bois, por exemplo) que eventualmente ainda ocorrem em algumas UPF, principalmente entre as de menor poder aquisitivo e que, em geral, não contam com trator; e (iii) despesa familiar: não será considerado o custo de manutenção familiar, pois é computado um salário mensal pela mão de obra de cada membro da família que trabalha na produção das oleráceas.

O levantamento do valor da mão de obra familiar e externa será feito com base no salário rural regional, obtido no Sindicato Rural de cada município. A produção de hortaliças possibilita um questionamento interessante em relação ao indicador de produtividade apontado por Kageyama (1986), no qual se define o trabalho realizado por uma mulher e um jovem aprendiz, igual a 0,6 e 0,4, respectivamente, do equivalente-homem. Algumas atividades necessárias à produção de hortaliças, como a preparação de bandejas de mudas ou a preparação de maços para comercialização (cheiro-verde, por exemplo) não requerem grande

capacidade física, mas sim habilidade manual e eficiência (QUEIROZ, 2004). No SPPO, considera-se uma equivalência de produtividade entre homens, mulheres e jovens aprendizes. O horário de trabalho normal de um trabalhador rural (homens e mulheres) é de 8 horas por dia e 44 horas por semana. Por outro lado, para um jovem aprendiz, a lei limitada o trabalho em 4 horas/dia e 24 horas/semana. Neste caso, o número de horas por semana é determinado por: $H \cdot 44 + M \cdot 44 + A \cdot 24$, com H , M e A , representando o número de homens, mulheres e jovens aprendizes envolvidos com o agronegócio olericultura. Exemplificando: $MDO = 4 \cdot 44 + 2 \cdot 44 + 1 \cdot 24 = 288$ horas por semana.

A produtividade é influenciada pelas condições edafoclimáticas de cada UPF. Neste sentido, no modelo proposto, consideram-se duas variáveis: (i) pm_{ij} : produtividade média esperada para a hortaliça i na semana j , medida em unidades/m²; e (ii) tp_{ij} : taxa percentual de perdas esperada para a hortaliça i na semana j , definidas pelo olericultor, de acordo com sua experiência no cultivo de cada hortaliça. Se a produtividade na UPF em estudo for maior do que a média, então tp_{ij} deve ser um valor negativo. Por outro lado, o olericultor pode não aceitar os valores padrão e atribuir os valores que, orientado por sua experiência, acredita produzir, isto é, atribuir valor para a produtividade média e a taxa de perda esperada. Portanto, considera-se a produtividade normal esperada (unidades/m²), sem considerar a ocorrência de intempéries climáticas (granizos e tempestades, por exemplo) ou infestações excessivas de pragas e doenças. Diante do exposto, o parâmetro a_{ij} indica a produtividade, que também aparece no modelo SVCSPPS, no entanto, no MPSPO é determinado pela equação (39):

$$a_{ij} = pm_{ij} \cdot (1 - tp_{ij}) \quad (39)$$

No estudo das condições de mercado, um ponto fundamental é o conhecimento do padrão estacional dos preços pagos ao produtor pelos diversos produtos. Embora haja uma falta geral de publicidade de dados disponíveis sobre preços (ao produtor e no nível do varejo). Há valores disponíveis nas Ceasas e na Ceagesp, influenciado os demais canais de distribuição. Entretanto, a comercialização de hortaliças, principalmente nas cidades interioranas do país ainda é dominada por pequenos comerciantes, a disposição para fornecer os dados foi sempre limitada e a transparência do mercado é insuficiente. Segundo Filgueira (2008), em cidades menores, ocorre a formação de preços artificiais, pela ausência de informação sobre os preços praticados em outras praças — que poderiam constituir boas alternativas para os olericultores regionais.

No capítulo 3 foi desenvolvido o referencial teórico utilizado para analisar os custos de produção, as expectativas de retorno e os riscos associados ao agronegócio olericultura. Em suma, no SPPO será utilizada a planilha de custos das culturas oleráceas desenvolvida pela EMATER/DF (2010) e que é de domínio público. Nesta planilha, constam rubricas para insumos, mão de obra e demais recursos produtivos. No tocante ao preço das oleráceas, para o cálculo da receita bruta, serão utilizados os valores disponibilizados pelos potenciais canais de distribuição da UPF em estudo. Por fim, a viabilidade econômica será determinada pela metodologia multiíndice (SOUZA e CLEMENTE, 2008) conforme apresentada no capítulo 4. Assim, o lucro líquido (receita líquida, descontados os custos fixos) será definido em função da geração do fluxo de caixa para a produção recomendada pelo MPSPPO.

6.4.1.3 Restrições de capacidade no MPSPPO

Devido a existência de custos para a implantação dos cultivos das hortaliças, os sequenciamentos de cultivos devem ficar sujeito aos capitais disponíveis em cada semana j , informados pelo olericultor no processo de filtragem. Estes capitais são formados por capitais próprios, mais os capitais tomados em empréstimos ou financiamentos, sendo denominados de capital de terceiros. No caso do capital de terceiros deve ser informado a taxa de juros anual ou mensal, o período de carência e o número de prestações, por exemplo.

A determinação da necessidade de mão de obra necessária para a cultura i (MDO_i) foi obtida a partir da planilha de custos variáveis de produção da EMATER/DF (2010). O custo unitário de produção de cada hortaliça i será considerado como constante ao longo do horizonte de planejamento. Esta decisão é ancorada na metodologia utilizada pela EMATER/DF (2010). Por outro lado, as disponibilidades de capital e água para o sistema de irrigação devem ser levantadas junto a cada UPF em estudo. Para modelar as limitações destes recursos produtivos, ao longo do período planejado, consideram-se os seguintes parâmetros adicionais:

- mdo_{ij} : mão de obra necessária para o desenvolvimento da cultura i , medida em horas-homens/m² por semana j . Para determinar este parâmetro, considera-se que a sua necessidade é uniformemente distribuída ao longo do ciclo cultural. Na sequência, divide-se o total de horas necessárias pelo número de semanas do ciclo cultural (t_i);
- MDO_j : mão de obra disponível na semana j , medido em horas por;

- cp_{ij} : custo unitário de produção da hortaliça i na semana j , mensurado em R\$/m² por semana. Para determinar este parâmetro, considera-se que os custos são uniformemente distribuídos ao longo do ciclo cultural. Na sequencia, divide-se o custo variável total pelo número de semanas do ciclo cultural (t_i);
- CAP_j : capital disponível para a produção das oleráceas na semana j ;
- $H2O_j$: volume de água disponível na UPF, medido em L, na semana j .

Deste modo, as restrições de capacidade podem ser escritas como segue:

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n mdo_{ij} \cdot \lambda_s \leq MDO_j, j = 1, 2, \dots, 52 \quad \underline{\text{Und:}} \quad \frac{h-H}{\text{semana}} \cdot m^2 = \frac{h-H}{\text{semana}} \quad (40)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n cp_{ij} \cdot \lambda_s \leq CAP_j, j = 1, 2, \dots, 52 \quad \underline{\text{Und:}} \quad \frac{R\$}{m^2} \cdot m^2 = R\$ \quad (41)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n 5 \cdot 7 \cdot \lambda_s \leq H2O_j \quad \text{ou} \quad \sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n 35 \lambda_s \leq H2O_j, j = 1, 2, \dots, 52 \quad \underline{\text{Und:}} \quad 35 \text{ L/m}^2 \times m^2 = \text{L} \quad (42)$$

As restrições (40) garantem que o consumo de mão de obra (mensurado em horas-homens por semana) em cada semana j , não pode exceder a capacidade disponível. A MDO será considerada como constante ou variável ao longo do horizonte de planejamento. Por outro lado, as restrições (41) indicam que o custo total de produção, acumulado por semana, não pode superar o capital disponível em cada semana (unidade de planejamento). Por fim, as restrições (42) exigem que o consumo total de água, em cada semana, seja menor ou igual a capacidade disponível. Neste sentido, é utilizado como padrão (necessidade máxima esperada) 5 mm por dia (ou 5 L/m² por dia) (MALUF *et al.*, 2010).

6.4.1.4 Restrições eletivas do MPSPO

De acordo com Santos *et al.* (2010), o planejamento de sequenciamento de produção olerícola é fonte de diversos problemas de otimização. As restrições impostas no MPSPO são divididas em obrigatórias (são atendidas pelo modelo independente das escolhas do olericultor) e optativas (são atendidas se eleitas pelo olericultor). A partir das escolhas do olericultor, seleciona-se um modelo particular. Assim, as restrições adicionais são incorporadas ao modelo de acordo com o interesse ou escolha do olericultor. As questões de interesse são reflexos das características do(s) sistema(s) de produção adotado(s) na UPF, a partir de experiências acumuladas na atividade.

A seguir é apresentada a forma de atuação das restrições eletivas. Vale ressaltar que estas questões foram respondidas na etapa final do processo de filtragem. Portanto, fazem parte do *input* do sistema em conjunto com os coeficientes do modelo.

- Incluir uma cultura para adubação verde? Opções: 1. Sim $\Rightarrow g = 1$; 0. Não $\Rightarrow g = 0$.

$$\sum_{i \in G} \sum_{j \in I_i} x_{ij} = g = \begin{cases} 1, & \text{sim incluir} \\ 0, & \text{não incluir} \end{cases}, j = 1, 2, \dots, 51, 52 \quad (43)$$

- Incluir um período de pousio para o descanso do solo? Opções: 1. Sim $\Rightarrow f = 1$; 0. Não $\Rightarrow f = 0$.

$$\sum_{j=1}^{52} x_{nj} = f = \begin{cases} 1, & \text{sim incluir} \\ 0, & \text{não incluir} \end{cases}, j = 1, 2, \dots, 51, 52 \quad (44)$$

- Incluir culturas de famílias botânicas diferentes na sequência temporal imediata? Opções: 1. Sim $\Rightarrow bf = 1$; 0. Não $\Rightarrow bf = 0$.

$$\sum_{i \in F(b)} \sum_{r=0}^{t_i} x_{i,j+r} \leq bf = \begin{cases} 1, & \text{sim incluir} \\ 0, & \text{não incluir} \end{cases}, b = 1, 2, \dots, NF \text{ e } j = 1, 2, \dots, 51, 52 \quad (45)$$

- Incluir a possibilidade de estocar a produção? Opções: 1. Sim \Rightarrow modelo SVCSPPS detalhado na seção 3.2, com o acréscimo das restrições de capacidade (RHu, RFi e RHi); 0. Não \Rightarrow modelo SVCSP detalhado na seção 3.2, com o acréscimo das restrições de capacidade (RHu, RFi e RHi).

Estas restrições são incorporadas ao modelo de acordo com as escolhas do olericultor que deve respeitar a forma de condução da atividade adotada na UPF. Salienta-se que independente das escolhas do olericultor, admite-se que todos os termos do modelo são conhecidos com certeza.

6.4.1.5 Função objetivo do MPSPO

No MPSPO, a função objetivo busca maximizar a Receita Líquida (RL) obtida com as programações de sequenciamentos de cultivos. Neste caso, o retorno c_{ij} do modelo SVCSPPS é substituído pela receita líquida unitária (rl_{ij}), mensurada em R\$/und. Além disso, no MPSPO é incluído o parâmetro tx para permitir a descapitalização dos valores gerados durante o horizonte de planejamento, para a data focal zero, seguindo a metodologia multiíndice, detalhada no capítulo 4. Assim, tx representa a taxa de juros semanal para o processo de descapitalização, sendo equivalente a remuneração anual da caderneta de poupança (6% ao ano, acrescido da taxa de referência – TR). Complementa-se que as culturas

para adubação verde não são consideradas na função objetivo, mas devem ser produzidas em função do sistema de produção escolhido. Neste contexto, a função objetivo é dada pela equação (46):

$$Max RL = \sum_{i=1}^{60} \sum_{j=1}^{52} \frac{rl_{ij} \cdot (d_{ij} - d_{ij}^-) + rl_{ij}^+ \cdot d_{ij}^+}{(1+tx)^j} \quad \underline{Und}: \frac{R\$}{und} \cdot und \quad (46)$$

O modelo completo encontra-se no Apêndice I. Neste apêndice, também é apresentado as equações matemáticas para executar o planejamento da produção recomendada pelo MPSPO.

O próximo capítulo apresenta os estudos de casos que foram realizados para mostrar a viabilidade do SPPO no município de Pato Branco/PR. Além disso, são discutidos os procedimentos necessários para a replicabilidade do SPPO em outra localidade.

7 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO SPPO – ESTUDOS DE CASO

Este capítulo do trabalho descreve a aplicação do SPPO, bem como as dificuldades que surgiram na implementação e validação do sistema proposto e como foram contornadas. A ideia para avaliar a viabilidade do SPPO foi aplicar em dados reais adaptados de UPFs do município de Pato Branco/PR, que produzisse diversas hortaliças, que operasse com vários canais de distribuição da produção ao mesmo tempo e que fosse administrada pelo próprio olericultor familiar.

Para facilitar o entendimento da sistemática do SPPO, inicialmente na seção 7.1 é apresentado um exemplo introdutório e fictício. Já a seção 7.2 traz os resultados obtidos com a aplicação de técnicas de séries temporais às variáveis do banco de dados agroclimático construído na Fase 2 do SPPO. Na seção 7.3 apresentam-se os principais resultados encontrados com a aplicação dos filtros redutores às oleráceas do *portfólio* do SPPO. Desta forma, buscou-se determinar a melhor época de plantio (semanas) para cada espécie de acordo com os resultados de confronto entre as necessidades ambientais das culturas e as condições fornecidas pela localidade em estudo. Portanto, a condição termoclimática da localidade, nas semanas em que a planta estará no campo, é que determina a época mais adequada (ou favorável) de plantio de cada hortaliça. A partir da seção 7.4 discutem-se os resultados oriundos da aplicação do SPPO em propriedades reais, ilustrando desta forma, a complexidade de planejamento que se apresenta para a UPF em estudo e a abordagem que é realizada por intermédio do sistema proposto. Por fim, a seção 7.5 detalha a forma de obtenção dos elementos necessários para a replicabilidade do sistema proposto.

7.1 UMA PRIMEIRA ANÁLISE DO SISTEMA PROPOSTO

Tradicionalmente os olericultores costumam cultivar diversas hortaliças ao mesmo tempo. Segundo os especialistas consultados e os olericultores familiares entrevistados, à medida que o produtor prospera na atividade, o número de hortaliças do *portfólio* é reduzido. Neste contexto, o caso mais simples consiste, após o processo de filtragem, em planejar a produção de somente um produto (hortaliça). Um exemplo ilustrativo é apresentado na Figura 52, considerando que a única hortaliça é a alface americana, sendo plantada o ano todo, de acordo com a escolha apropriada da cultivar que deve ocorrer por interferência do olericultor.

O planejamento é executado para um ano civil (semana 1 a 52). Ressalta-se que seguindo as orientações do olericultor não foram incluídas as restrições de base ecológico-

sustentável (sucessão cultural com espécies de família botânica diferente, adubação verde e pousio) e nem a possibilidade de armazenamento da produção recém colhida. Por outro lado, os recursos de capacidade (humanos, financeiros e hídricos) não representam fatores limitativos a produção na UPF em estudo. Os cálculos necessários foram realizados no MS-Excel[®], inclusive a aplicação da metodologia multiíndice no fluxo de caixa resultante da produção recomendada pelo SPPO.

Modelo de cultivo		Produção por planta	Percentual comercializável	Formação de mudas	Preparo do solo	Desenvolvimento	Número de Colheitas (t; t ₁)	Ciclo cultural (t)
Cultura/Cultivar	Espaçamento (m x m)							
Alface/Americana	0,40 x 0,40	1,00 cabeça	80%	3	1	7	1	9
Produção semanal desejada (und)	Área de colheita (m ²)	Número de plantas em colheita	Número de Lotes	Área total necessária (m ²)	Intervalo entre sementeiras	Produção efetiva por colheita	Estabilização da Produção (semana)	
300	60,00	375	9	540	1	0,800000	9	
Produção und (confirmação)	Custo Unitário de Produção (R\$/m ²)	Custo por Lote de Produção (R\$)	Receita Bruta Unitária (R\$/und)	Receita Bruta por Lote (R\$)	Receita Líquida por Lote (R\$)	Preço para o Ponto de Equilíbrio (R\$)		
300	1,43	85,80	0,50	150,00	64,20	0,29		

Figura 52 – Resultados do planejamento da produção da alface na UPF fictícia

Fonte: Elaborada pelo autor

Os dados apresentados na Figura 52 retratam que a UPF consegue atender a demanda semanal de 300 unidades (pés) de alface. Para tanto, deve reservar uma área efetiva de produção de 540 m², dividida em 9 lotes de 60 m² cada. A produção estabiliza-se a partir da semana 9, após o primeiro plantio. Neste caso, deve-se realizar um plantio semanal de 60 m² (um lote) para atendimento regular da demanda (300 pés/semana). Neste contexto, deve-se plantar da semana 1 até a semana 44 e as colheitas ocorrem da semana 9 até a semana 52, pois o planejamento é de somente um ano.

Os principais resultados da viabilidade econômica do empreendimento são apresentados pela Figura 53, com destaque para os valores e observações relevantes para cada indicador. Além disso, é exposto o espectro de validade da decisão (variações no VPL em função da variação na taxa de descapitalização) evidenciando a distância entre TMA e TIR, como percepção do risco do empreendimento por eventuais mudanças no cenário econômico. Considerando nula a taxa de descapitalização e 0,50 R\$/pés como preço médio de venda, os resultados econômicos da atividade olerícola indicam: (i) custo de produção anual: R\$ 3.775,20 (44 × 1,43 × 60,00); (ii) receita bruta anual: R\$ 6.600,00 (44 × 0,50 × 300); e (iii) receita líquida anual: R\$ 2.824,80. Por outro lado, utilizando como TMA a taxa de capitalização da caderneta de poupança e convertendo-a em taxa semanal equivalente, mostram-se os resultados encontrados por esta escolha. Vale ressaltar que o trabalho do olericultor está incluso nos custos de produção. No entanto, não foi considerado o custo fixo para manutenção da atividade olerícola no ano planejado.

O indicador econômico ROIA (retorno sobre investimento adicionado) é a melhor estimativa de rentabilidade do empreendimento em análise, já expurgado o efeito da TMA. Representa, em termos percentuais, a riqueza gerada pelo projeto. O empreendimento em análise apresenta um ROIA de 1,06% por semana além da TMA (0,125%). É importante considerar que o capital disponível para empreendimento já teria, por definição, uma aplicação de baixo risco com retorno de 0,125% por semana. A decisão, agora, se resume em discutir se vale à pena investir no projeto (assumir o risco do empreendimento oleráceo) para se ter um adicional de ganho da ordem de 1,06% por semana. Por outro lado, o risco econômico do empreendimento pode ser considerado baixo pela análise dos indicadores de risco (*Pay-back/N* e *TMA/TIR*). Portanto, fica evidente que a rentabilidade do investimento na produção da alface é expressiva.

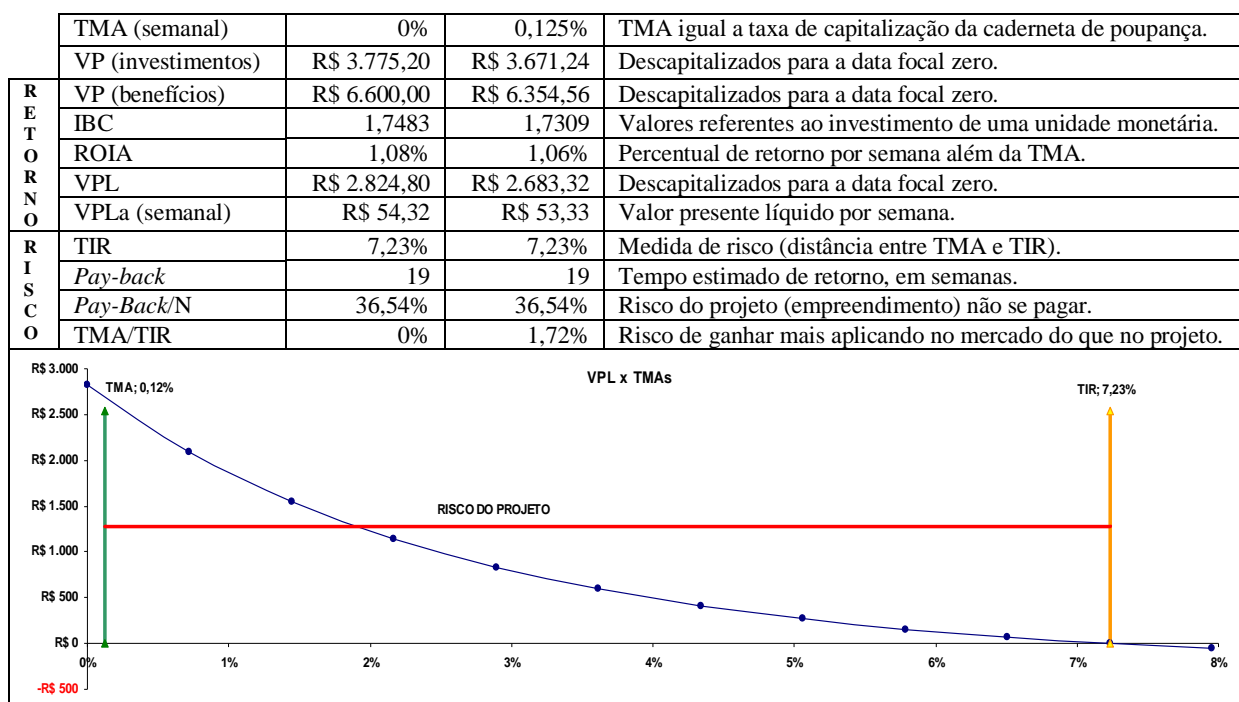


Figura 53 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF fictícia

Fonte: Elaborada pelo autor

Os coeficientes técnicos utilizados para a determinação do custo de produção são referentes ao mês de maio de 2009, com valores em reais para a realidade do Distrito Federal (EMATER/DF, 2010). Entretanto, estes valores foram atualizados para o contexto do município de Pato Branco por meio da utilização dos preços médios praticados pelas empresas de insumos agrícolas (cooperativas e agropecuárias, por exemplo) em outubro de 2010. A tomada de preço dos produtos oleráceas nos diversos canais de distribuição da produção foi realizada durante o processo de filtragem. Considera-se que todo o custo de produção ocorra na semana do plantio. No entanto, sabe-se que alguns insumos são adquiridos

Centurion[®]. Neste caso, a condição inicial deste aplicativo é realizada por meio do método de *backforecasting*; (ii) Suavização Exponencial (SE): modelado por meio da implementação de *functions* no *software* MatLab[®]; (iii) médias históricas e combinação de previsões: programação de planilhas eletrônicas no *software* MS-Excel[®]. O RMSE (*Root Mean Squared Error*) foi utilizado como critério para determinar o melhor modelo (mais acurado) para cada técnica avaliada sobre o período 1979-2008. Os dados do último ano disponível (2009) não foram utilizados para ajustar o modelo de previsão, mas reservado para verificar se o modelo ajustado está adequado (análise dos resíduos). As estatísticas MSE (*Mean Squared Error*) e MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) serão apresentadas como medidas da magnitude dos erros, possibilitando a comparação entre as técnicas testadas. O RMSE é uma estimativa do desvio padrão dos erros de previsão. Por outro lado, o MAPE estima o percentual médio dos erros de previsão. Valores pequenos para RMSE e MAPE são desejados ou buscados.

A unidade de planejamento do SPPO é a semana. Neste sentido, os dados agroclimáticos diários foram transformados em semanais a partir da média de cada uma das 1.650 semanas disponíveis no banco de dados disponibilizados pelo IAPAR. A exceção ocorreu para as temperaturas mínimas e máximas, neste caso consideraram-se os valores extremos ao invés dos médios. O primeiro tratamento realizado com as séries temporais foi *plotar* os dados transformados semanalmente como função do tempo, confirmando a sazonalidade anual (52 semanas). Além disso, nos anos bissextos, no lugar do dia 28 de fevereiro foi atribuído o valor médio entre os dias 28 e 29 de fevereiro. Na sequência, o dia 29 de fevereiro foi excluído. Por outro lado, para todos os anos, no lugar do dia 30 de dezembro foi atribuído o valor médio dos dias 30 e 31 de dezembro. Por fim, o dia 31 de dezembro foi excluído. Ressalta-se que estes procedimentos foram necessários para que cada ano tivesse exatamente 52 semanas (ou 364 dias).

No verão as temperaturas elevadas limitam o desenvolvimento e o nível de rendimento de diversas hortaliças. Já no inverno as temperaturas caem acentuadamente, aumentando o risco de geadas. No SPPO, no tocante a temperatura mínima, utilizou-se como observação o menor valor semanal da temperatura mínima. Por outro lado, em relação a temperatura máxima, utilizou-se o maior valor semanal da temperatura máxima. Este procedimento foi adotado devido a maior influência das temperaturas extremas (mínimas e máximas) sobre as oleráceas, como destacou a literatura e as entrevistas com os especialistas e olericultores. Para as demais variáveis utilizou-se o valor médio de cada semana. Este procedimento foi realizado após os tratamentos com dados referentes aos dias 29 de fevereiro e 31 de dezembro

de cada ano do banco de dados, anteriormente mencionados. Por fim, com os resultados da previsão, tem-se o intervalo de variação da temperatura para cada semana ao longo do ano, isto é: $[T_{\min\min}; T_{\max\max}]$. Além do exposto, foi necessário criar um calendário para adequar o ano civil com as 52 semanas do ano do SPPO, apresentado no Apêndice H. Este procedimento foi necessário, pois a época recomendada para plantio é mensal. Por outro lado, no Apêndice J encontra-se a forma de estimação utilizada para os métodos de suavização exponencial sobre as variáveis agroclimáticas.

Os resultados encontrados que indicam a acurácia para a temperatura média semanal (T_{med}), temperaturas extremas semanais ($T_{\min\min}$ e $T_{\max\max}$) e umidade relativa semanal (UR_{med}) estão dispostos na Tabela 5. Esses resultados mostram que todos os métodos de previsão utilizados são adequados para o escopo do trabalho. As previsões da média histórica foram obtidas a partir dos dados originais disponíveis e consistem nas médias de todos os valores de determinada semana. Exemplificando, o histórico da semana 1 é a média de todos os valores obtidos desta semana para o período estudado. O desempenho do método das médias históricas é sensivelmente alterado em função do número de observações disponíveis no banco de dados agroclimáticos. Desta forma, desde que se disponha de um longo banco de dados (dados diários dos últimos 30 anos, por exemplo), pode-se utilizar simplesmente a média histórica para realizar as previsões necessárias para a alocação das oleráceas nas épocas adequadas. Ressalta-se que os dados ausentes no banco de dados recebido foram substituídos pela média histórica semanal, determinada com os dados fornecidos pelo IAPAR.

Para determinar o melhor modelo para representar os dados referentes a $T_{\min\min}$, foram obtidas as combinações das duas melhores técnicas entre: (i) melhor modelo de suavização exponencial ($SEHW_{a(52)}$); (ii) melhor modelo da metodologia Box e Jenkins ($SARIMA(0,0,1) \times (0,1,1)_{(52)}$ com constante); e (iii) média semanal do histórico disponível. O procedimento foi repetido para ajustar os melhores modelos aos dados da $T_{\max\max}$, T_{med} e UR_{med} .

No caso da $T_{\max\max}$, os melhores modelos foram: $SEHW_{a52}$ para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo $SARIMA(2,0,1) \times (0,1,2)_{52}$ sem constante. Já para T_{med} , os melhores modelos foram: $SEHW_{a52}$ para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo $SARIMA(1,0,0) \times (0,1,2)_{52}$ sem constante. Para UR_{med} , os melhores modelos foram: $SEHW_{a52}$ para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo $SARIMA(1,0,1) \times (2,1,1)_{52}$ sem constante. Para as demais variáveis, precipitação pluviométrica, evaporação e insolação, os resultados obtidos foram

semelhantes e se encontram no Apêndice K. Os resultados foram incorporados ao banco de dados do SPPO para contribuir com a seleção das oleráceas para a UPF em estudo (processo de filtragem).

Tabela 5 – Medidas de acurácia para os métodos de previsão das temperaturas e umidade relativa

		Modelo Suav. Exponencial		Modelo Sarima		Média Histórica		Combinação	
Período		1979-2008	2009	1979-2008	2009	1979-2008	2009	1979-2008	2009
Tminmin	MSE	15,41	7,89	10,83	7,64	10,80	7,38	10,76	7,44
	MAPE	142,43%	8,50%	134,23%	7,47%	126,10%	6,37%	133,81%	6,78%
Tmaxmax	MSE	5,09	4,90	4,01	4,58	4,09	4,63	3,94	4,59
	MAPE	6,46%	6,42%	5,76%	6,37%	5,86%	6,47%	5,75%	6,40%
Tmed	MSE	4,75	3,52	3,72	3,12	3,68	2,96	3,71	3,03
	MAPE	10,08%	8,65%	8,92%	8,23%	8,98%	7,96%	8,97%	8,09%
URmed	MSE	79,14	165,26	60,39	138,80	63,37	140,91	60,73	139,70
	MAPE	9,95%	12,81%	8,79%	12,23%	9,09%	12,17%	8,88%	12,19%

Fonte: Elaborada pelo autor

No SPPO, para a previsão dos dados agroclimáticos, foram utilizados métodos de previsão por suavizações exponenciais, que são metodologias que podem ser programadas no computador e que requerem pouquíssima ou nenhuma intervenção do analista (TRENTIN, 2002). Estudos empíricos demonstraram que a precisão obtida por estes modelos é compatível com os modelos mais complexos, como os modelos ARIMA (MAKRIDAKIS e HIBON, 2000). Isto foi constatado empiricamente no presente trabalho. No entanto, o desempenho dos métodos de suavização exponencial (SE) sempre foi aquém dos demais (histórico e SARIMA). A diferença percentual entre os métodos: histórico, SARIMA e combinação, sempre foram inferiores a 5%. Desta forma, não se justifica a utilização de um método mais complexo e que exige a utilização de *software* específico (estatístico). Por outro lado, a média semanal do histórico disponível pode ser obtida pela planilha implementada no MS-Excel pelo presente trabalho. Portanto, buscou-se, por meio de diversas técnicas de séries temporais, um método de previsão para dados agroclimáticos com melhor acurácia do que as médias históricas. Entretanto, esta última mostrou-se eficiente para o escopo do trabalho, justificando o porquê de sua utilização como referências em trabalhos na área agrária (climatologia agrícola). Os resultados numéricos são apresentados no Apêndice L.

De acordo com Filgueira (2008), as 4 estações do ano são bem definidas na Europa e no extremo Sul do país (PR, SC e RS). Entretanto, analisando-se os dados climáticos de Pato Branco, no período 1979-2008, pode-se concluir que: distinguem-se, mais nitidamente, apenas 2 períodos agroclimáticos bem caracterizados. O período chuvoso ou “das águas”, de outubro a abril, mais quente e com dias mais longos. Por outro lado, o período seco ou “da seca”, de maio a setembro, mais frio e com dias mais curtos e com maior propensão para geadas (*proxy* da probabilidade acima ou igual a 10%). Em suma, foi confirmada de forma

bastante clara a divisão entre os períodos de outubro-abril e de maio-setembro, pois os índices de temperatura observados em Pato Branco são bastante distintos nestes dois períodos do ano. Além disso, o período histórico de geadas é de abril a setembro. Entretanto, pode-se reduzir este período para maio a setembro (96% das ocorrências).

Os principais resultados da integração entre os valores das variáveis agroclimáticas (recomendações agrônoma *versus* microclima da localidade) foram: (i) Tmed e UR (ideal: 40-80%): no município, ano todo; (ii) fotoperíodo (ideal: 10-14 h): no município, ano todo; (iii) radiação solar global (Rg), com inclinação nula (ideal: 8,36-20 MJ/m²/dia): semanas 11-41 (12/março a 14/outubro). Desta forma, pode-se realizar o pousio e a adubação verde na primavera-verão e intensificar a produção olerácea no outono-inverno; (iv) radiação solar global (Rg), com inclinação de 10° Sul (ideal: 8,36-20 MJ/m²/dia): semanas 08-22 (19/fevereiro a 03/junho) e semanas 28-44 (09/julho a 04/novembro). Desta forma, pode-se realizar o pousio no mês de junho e a adubação verde no verão e intensificar a produção olerácea no outono e na primavera; e (v) radiação solar global (Rg), com inclinação de 10° Norte (ideal: 8,36-20 MJ/m²/dia): semanas 15-39 (09/abril a 30/setembro). Desta forma, pode-se realizar o pousio e a adubação verde na primavera-verão e intensificar a produção olerácea no outono-inverno. Uma síntese dos resultados encontrados para a radiação global em função da inclinação é apresentada pela Figura 55. Ressalta-se que um terreno com inclinação nula tem maior radiação solar global (Rg) que a 10° Sul e menor que a 10° Norte.

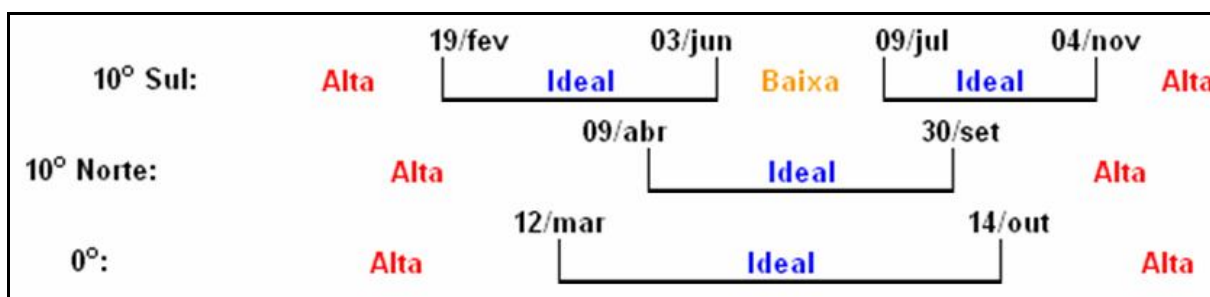


Figura 55 – Época ideal de plantio de hortaliças em Pato Branco/PR segundo a radiação solar e inclinação do terreno

Fonte: Elaborada pelo autor

7.3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS FILTROS REDUTORES

No SPPO a época de plantio recomendada ocorre em função das características e peculiaridades encontradas na localidade e as exigências ambientais de cada espécie que são preconizadas pela literatura. Ressalta-se que as recomendações agrotécnicas são faixas de temperaturas, umidades relativas e radiações solares globais denominadas pela literatura como “aproximadamente ideais” para o desenvolvimento de cada etapa de produção da olerácea em estudo. Portanto, buscou-se explicitar o período (semanas) em que as exigências climáticas da

espécie são atendidas pela localidade. Desta forma, entende-se que está se contribuindo para uma redução nos níveis de estresses ambientais da planta e concorrendo para incrementos na produtividade média e na qualidade dos produtos oleráceos que serão oferecidos aos canais de distribuição e posteriormente aos consumidores finais.

Nesta seção apresentam-se os resultados advindos da aplicação dos filtros redutores às 60 hortaliças do *portfólio* do SPPO. Esta etapa do SPPO buscou identificar os períodos (semanas) do ano civil em que as condições exigidas por cada espécie encontram-se na localidade de forma adequada para um desenvolvimento ideal (boas condições) ou desenvolvimento ótimo (excelentes condições). Os termos: “ideal” e “ótimo”, são comuns nos textos sobre olericultura e, por isso, foram mantidos. Como na Fase 2 foi eleito o município de Pato Branco/PR para servir como subsidio para aplicação do sistema proposto, os resultados apresentados devem ser utilizados para este município e para uma UPF que tenha condições ambientais semelhantes às da estação agrometeorológica do IAPAR localizada neste município. Portanto, os resultados da intersecção dos filtros redutores é o período recomendado para o plantio de cada espécie analisada na localidade em estudo.

Para o município de Pato Branco/PR, analisando a média do histórico disponível (1979 a 2008), têm-se como condições climáticas básicas oferecidas pela localidade: (i) extremos médios semanais de temperaturas do histórico disponível: (a) T_{minmin}: mínima (4,69 °C), média (10,95 °C) e máxima (16,50 °C); (b) T_{maxmax}: mínima (23,68 °C), média (28,38 °C) e máxima (31,67 °C); (ii) temperaturas médias (T_{med}): mínima (13,61 °C), média (18,77 °C) e máxima (22,71 °C); (iii) umidades relativas médias do ar (UR_{med}): mínima (64,88%), média (73,21%) e máxima (79,49 °C); (iv) radiações solares globais médias (R_g) em um terreno com inclinação nula, medida em MJ/m²/dia: mínima (11,21), média (18,35) e máxima (25,32). Outros resultados já foram postos no final da seção 7.2; (iv) fotoperíodo, medido em horas (h): mínima (10,36), média (12,00) e máxima (13,64); (v) probabilidade igual ou acima de 10% de chance de ocorrência de geadas: semanas 20 a 38, isto é, de 14 de maio a 23 de setembro; e (vi) precipitações pluviométricas médias (chuvas, em mm): média anual (2.068,59), mínima semanal (18,2), média semanal (39,78) e máxima semanal (57,52).

Para a execução dos filtros redutores, foram adotadas novas estratégias para adequação teórico-prático, além do exposto na seção 6.3, são elas: (i) consideram-se as semanas adequadas às exigências ambientais, como: ideal (boas condições: bom) e ótimo (excelentes condições: excelente). O “sonhado” seria cultivar sob excelentes condições (ótimo), no entanto, estas podem não existir. Neste caso, se existe boas condições (ideal) ainda há justificativas agroeconômicas para a produção da olerácea em estudo; (ii) uma semana

inadequada dentro de um intervalo factível foi ignorada, pois o problema agrava-se quando a cultura é submetida ao estresse ambiental por período de tempo prolongado (neste caso, acima de uma semana). Assim, algo pontual (média de uma semana), pode prejudicar o desenvolvimento (retardar ou acelerar uma etapa do processo produtivo), no entanto, geralmente não compromete o desempenho global da produção (FILGUEIRA, 2008). Este procedimento é necessário para uma maior opção em termos de alocação; (iii) uma taxa de tolerância foi considerada para os valores extremos (no máximo 5%). Esta estratégia, em geral, eliminou os problemas relatados no item (ii); e (iv) uma única semana como adequada foi ignorada, pois permite somente um atendimento esporádico da demanda.

As peculiaridades climáticas de cada cultura, juntamente com os dados agroclimáticos da localidade, facilitam a organização de um calendário de plantio funcional. Certamente, tal calendário regional é indispensável no planejamento deste setor do agronegócio. Além disso, é preciso observar que algumas hortaliças permitem o cultivo durante o ano todo por meio da escolha adequada da cultivar (alface e cenoura, por exemplo). Por outro lado, a maioria das hortaliças se desenvolve melhor em épocas restritivas do ano (tomate e pepino na primavera-verão, por exemplo). Entretanto, essas afirmações são sempre relativas, isto é, depende de cada localidade. O processo de filtragem permite a identificação das semanas adequadas ao cultivo de acordo com as características edafoclimáticas da UPF.

Nas próximas subseções são apresentados dois exemplos característicos que podem resultar da aplicação dos filtros redutores. O primeiro exemplo retrata que todas as semanas são adequadas ao plantio na localidade (caso da alface) e o segundo em que se recomenda para a localidade o plantio em período restritivo do ano (caso do tomate). Portanto, estas duas culturas são utilizadas para ilustrar os resultados mais relevantes. Para as demais espécies, a forma de apresentação e interpretação dos resultados é análoga, sendo postas no Apêndice M.

7.3.1 Resultados para o cultivo da alface na localidade em estudo

A alface é uma cultura microtérmica, existindo cultivares adaptadas ao cultivo em diferentes épocas do ano e em diferentes climas, inclusive com cultivares suportando geadas leves. No entanto, quando as temperaturas médias são inferiores a 7 °C, o crescimento é muito reduzido. Temperaturas médias mensais de 15 a 20 °C são consideradas ótimas para uma produção satisfatória da maioria das oleráceas, inclusive a alface. Em Pato Branco, este intervalo de temperatura ocorre nos meses de abril a maio e de agosto a outubro. Além disso, a alface é uma cultura sensível à acidez (baixa tolerância) e o pH ótimo situa-se entre 6,5 e 7,2 (ALMEIDA, 2006). As características edáficas devem ser resultantes da análise de solo de

cada UPF. Outros detalhamentos e resultados encontrados para o município em estudo são evidenciados na Figura 56. Na elaboração da Figura 56, foram adotadas as seguintes estratégias: (i) temperaturas adequadas segundo Almeida (2006); (ii) é verificado se a temperatura média da semana encontra-se dentro do intervalo preconizado pela literatura como adequado para a característica avaliada, sendo que os períodos (semanas) podem ser classificados como no mínimo “bons”; e (iii) é verificado se os intervalos contendo os extremos médios de temperatura por semana encontram-se contido no intervalo recomendado pela literatura como adequado para a cultura (intervalos encaixantes) segundo a característica avaliada, sendo que os períodos podem ser classificados como “excelentes”.

Parâmetro	Temperatura ⁽ⁱ⁾ (°C)	Tmed ⁽ⁱⁱ⁾ Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax] ⁽ⁱⁱⁱ⁾ Semanas adequadas Pato Branco/PR
Temperatura Ideal de Germinação (TIG)	2-5 a 30	Ano todo	[11; 42]
Temperatura Ótima de Germinação (TOG)	15 a 25	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
Temperatura Ideal de Vegetação (TIV)	7 a 33	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
Temperatura Ótima de Produção (TOPr)	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅

Figura 56 – Resultados da aplicação dos filtros redutores (temperaturas) para a alface

Fonte: Elaborada pelo autor

O ano todo pode ser considerado adequado para a implantação da alface (TIG e TIV) ocorrendo por semeio direto ou transplântio de mudas, considerando a temperatura média (Tmed). No entanto, ao considerar os extremos de temperatura ([Tminmin; Tmaxmax]), este período fica compreendido entre as semanas 11 e 42, isto é, de 12 de março a 21 de outubro para a TIG; e de 13 de agosto (semana 33) a 20 de maio (semana 20, do ano seguinte) para a TIV. No tocante a TIG, o fator restritivo, refere-se a temperatura máxima, sendo facilmente justificável, pois a alface é uma cultura originalmente de inverno. Ainda, em relação a germinação, a TOG sob a ótica da Tmed, restringe-se ao período compreendido entre 06 de agosto (semana 32) a 20 de maio (semana 20, do ano seguinte). Em relação a Tmed, a TOPr ocorre no período entre 09 de abril (semana 15) a 20 de maio (semana 20) e 06 de agosto (semana 32) a 21 de outubro (semana 42). Por fim, para a TOG e TOPr, considerando as temperaturas extremas, a localidade não oferece períodos excelentes, sendo representado pelo símbolo matemático de vazio (\emptyset). Portanto, a produção de alface pode ocorrer na localidade devido às boas condições de cultivo encontradas. As condições excelentes parecem ser raras no município em estudo.

Outros resultados dos filtros redutores que merecem destaques são: (i) radiação solar global (Rg), medida em MJ/m²/dia ideal: [8,36; 20]. Considerando a UPF com inclinação nula, tem-se que as semanas 11 a 41 são as ideais para a produção da olerácea sob este aspecto. Estas semanas correspondem ao período compreendido entre 12 de março e 14 de

outubro. Fora deste período ocorre um excesso de radiação solar que pode ser prejudicial ao desenvolvimento da cultura; (ii) umidade relativa do ar (UR), medida em %: Ideal [40; 80] e considerando as médias semanais do histórico disponível, resulta nas semanas adequadas à ocupação: 01-52 (ano todo); (iii) fotoperíodo (medida em h): Ideal [10; 14] e considerando a fórmula matemática (32), resulta nas semanas adequadas à ocupação: 01-52 (ano todo); e (iv) se considerar a alface como sensível à geadas (tolera geadas leves), tem-se que a cultura não pode ocupar o solo da semana 20 (14 de maio) a semana 38 (23 de setembro), caso contrário, pode-se ocupar o ano todo. Neste caso, a localização da UPF – predominantemente a sua altitude – e a agrotecnologia utilizada (casas de vegetação e túneis baixos ou altos) determinará a forma de atuação deste filtro redutor para cada UPF em estudo.

7.3.2 Resultados para o cultivo do tomate na localidade em estudo

O tomate conduzido no sistema tutorado encontra dificuldades para sucessão cultural com outras espécies além de algumas cultivares de pepino, feijão-vagem e ervilha. A integração com a próxima cultura é importante devido ao alto custo de produção do tomate. Além disso, o tomate é uma cultura exigente em tratamentos culturais (podas e amarrios, por exemplo), fertilizantes e defensivos agrícolas. Neste sentido, recomenda-se intercalar a produção de hortaliças mais exigentes em nutrientes com as mais rústicas (menos exigentes). Assim, busca-se utilizar a estrutura física construída para a produção do tomate para a espécie sucessora, o que restringe o número de opções às três já mencionadas. Portanto, os investimentos iniciais de implantação da cultura do tomate podem ser direcionados com a cultura sucessora. Entretanto, na localidade em estudo não foi encontrada uma espécie adequada para suceder o cultivo do tomate. As simulações foram realizadas com o pepino ou feijão-vagem sucedendo ao cultivo do tomate. Porém, estas duas culturas necessitam de condições climáticas similares à do tomate, exigindo praticamente o mesmo período para a localidade em estudo, inviabilizando tecnicamente a sucessão. Por fim, a ervilha poderia ser plantada após o tomate. Existem algumas variedades de ervilha que podem ser cultivadas sob o sistema de tutoramento e poderiam ser implantadas após o término das colheitas do tomate. Entretanto, a demanda na localidade, segundo os olericultores entrevistados, parece ser baixa. Uma alternativa que parece viável é a produção de ervilhas de forma integrada com uma agroindústria de alimentos que opera na região.

No município de Pato Branco/PR, as semanas adequadas à ocupação com o tomate tutorado foram: 01-17 e 40-52. Assim, restringe-se ao período compreendido entre 01 de outubro a 30 de abril do ano seguinte. Desta forma, o período possível de plantio para que

O que plantar?	Tomate						
Quando plantar?	05/10/2010						
Qual o ciclo cultural (em dias)?	168						
Início do ciclo:	05/10/2010						
Término do ciclo:	21/03/2011						
Ciclo cultural em semanas (t_i)	24						
Número de semanas antes da 1ª colheita (θ_i)	15						
Número de colheitas ($t_i - \theta_i$)	9						
Semana 01	05/10/2010	11/10/2010	Plantio	Semana 13	28/12/2010	03/01/2011	Desenvolvimento
Semana 02	12/10/2010	18/10/2010	Desenvolvimento	Semana 14	04/01/2011	10/01/2011	Desenvolvimento
Semana 03	19/10/2010	25/10/2010	Desenvolvimento	Semana 15	11/01/2011	17/01/2011	Desenvolvimento
Semana 04	26/10/2010	01/11/2010	Desenvolvimento	Semana 16	18/01/2011	24/01/2011	Colheita 01
Semana 05	02/11/2010	08/11/2010	Desenvolvimento	Semana 17	25/01/2011	31/01/2011	Colheita 02
Semana 06	09/11/2010	15/11/2010	Desenvolvimento	Semana 18	01/02/2011	07/02/2011	Colheita 03
Semana 07	16/11/2010	22/11/2010	Desenvolvimento	Semana 19	08/02/2011	14/02/2011	Colheita 04
Semana 08	23/11/2010	29/11/2010	Desenvolvimento	Semana 20	15/02/2011	21/02/2011	Colheita 05
Semana 09	30/11/2010	06/12/2010	Desenvolvimento	Semana 21	22/02/2011	28/02/2011	Colheita 06
Semana 10	07/12/2010	13/12/2010	Desenvolvimento	Semana 22	01/03/2011	07/03/2011	Colheita 07
Semana 11	14/12/2010	20/12/2010	Desenvolvimento	Semana 23	08/03/2011	14/03/2011	Colheita 08
Semana 12	21/12/2010	27/12/2010	Desenvolvimento	Semana 24	15/03/2011	21/03/2011	Colheita 09

Figura 59 – Um planejamento da produção de tomate no município de Pato Branco/PR

Fonte: Elaborada pelo autor

7.4 APLICAÇÃO DO SPPO PARA O PLANEJAMENTO PARCIAL DE UMA UPF

O objetivo desta seção é aplicar o sistema proposto para o planejamento da produção olerácea de uma UPF localizada no município de Pato Branco/PR. A UPF dista 13 km do centro urbano deste município, apresentando condições edáficas, topográficas e hídricas favoráveis a produção de hortaliças. O olericultor familiar, responsável pela administração da UPF, tem 3 anos de experiência na produção e comercialização de hortaliças neste município, sendo que, anteriormente dedicava-se somente a produção de grãos (soja e milho, principalmente) e a bovinocultura leiteira. No entanto, diante do tamanho reduzido da propriedade (10 ha), sendo uma característica peculiar da região (IBGE, 2009), sobreviver somente do cultivo de grãos era inviável do ponto de vista econômico, concorrendo para que migrasse para a olericultura, reservando para a atividade uma área de 2.500 m². Assim, ainda desenvolve na propriedade a bovinocultura leiteira e o cultivo de grãos, caracterizando-se pela pluriatividade o que é comum na agricultura familiar, porém o planejamento realizado será somente para a produção de hortaliças. Por outro lado, os recursos humanos familiar para a produção constam do casal e um irmão adulto. No tocante ao financiamento da produção (custeio) utiliza-se de recursos próprios obtidos em cultivos anteriores ou financiamento de agropecuárias (30 dias para pagamento perdendo o desconto à vista de 5%), pois não existe financiamento para o custeio da maioria das oleráceas. Entretanto, tem financiamento relacionado à aquisição de um sistema de irrigação com recursos do PRONAF investimento (7 anos para amortização, com taxa de juros de 2% ao ano) acessado via cooperativa de crédito da agricultura familiar localizada no município.

A UPF não conta com um sistema formal de planejamento. Toda a sistemática adotada encontra-se no “modelo mental” construído pelo olericultor por meio da experiência adquirida nos anos dedicados ao desenvolvimento da atividade olerícola. De acordo com o sistema de produção adotado pelo olericultor na condução da UPF, destaca-se: (i) utilização de sistema de irrigação por aspersão (convencional e micro-aspersão) para ambas oleráceas, com quantidade em abundância dos recursos hídricos necessários para a condução da atividade; e (ii) ausência de análise de solo e de água; (iii) utiliza-se somente de cultivo protegido para a produção de alface em períodos com propensão à geadas; (iv) não utiliza mão de obra externa; (v) comercializa a produção sem a utilização de intermediários; e (vi) participa de uma cooperativa de crédito da AF e da cooperativa de agricultores familiares do município (fundada no final de 2009).

Por uma questão de sustentabilidade do sistema de produção (imposição do olericultor), as seguintes estratégias foram adotadas para este estudo de caso: (i) a mesma cultura não pode ocupar um mesmo lote na sequência temporal imediata; (ii) as restrições de adjacências podem ser adotadas pelo arranjo físico dos lotes, isto é, intercalando-se culturas diferentes em lotes adjacentes; e (iii) no planejamento da produção, procura-se inserir, sempre que possível, um período de pousio (4 semanas) e/ou um período para a adubação verde em cada lote. A adubação verde pode ocorrer durante o verão ou o inverno pela escolha adequada das espécies forrageiras. O período de pousio pode ocorrer em qualquer período dentro do horizonte de planejamento (1 ano).

Encerrada a fase de descrição da UPF e de algumas escolhas do olericultor, realizou-se o processo de filtragem. Para a aplicação deste processo, descrito na seção 6.3, foram programadas planilhas eletrônicas no MS-Excel[®]. Isto facilitou a execução das etapas de pré-seleção de canais e de hortaliças, as quais seguindo a metodologia proposta ocorreram sob a intervenção do olericultor, aplicando os filtros exclusivos. Neste caso, restaram somente dois canais de distribuição (merenda escolar e mercado do produtor) e duas hortaliças (alface e cenoura) classificadas em duas famílias botânicas (asterácea e apiácea, respectivamente), sendo a alface destinada ao mercado do produtor (antiga feira livre) e a cenoura produzida para atender a alimentação de estudantes (merenda escolar). Portanto, o planejamento apresentado nesta seção é relacionado a produção de dois produtos oleráceos destinados a dois distintos canais de distribuição da produção.

Seguindo a metodologia proposta pelo SPPO, o olericultor localizou os canais adequados e as potenciais hortaliças de acordo com as peculiaridades da UPF guiado pelo processo de filtragem. Neste sentido, para a UPF em estudo, as informações sobre a oferta e a

demanda das hortaliças foram obtidas diretamente pelo olericultor junto aos canais de distribuição que julgou como potenciais para o escoamento da produção. O filtro demanda foi o responsável pela maioria das exclusões do *portfólio* das oleráceas, pois precisa existir uma demanda mínima para justificar a produção de uma determinada hortaliça. Neste sentido, algumas hortaliças foram excluídas devido o desconhecimento, por parte da população local, de uma determinada espécie ou pela demanda ser insignificante. Entretanto, entende-se que estas podem ser produzidas para atender a um determinado nicho de mercado, com um valor agregado, no entanto, esta situação foge ao escopo do SPPO, ficando a cargo do olericultor realizar pequenos experimentos de produção para avaliar a receptividade do produto.

Os filtros redutores também foram aplicados, respeitando as características da localidade (clima e solo, por exemplo), do olericultor e do sistema de produção adotado na UPF. Especificamente, utilizou-se dos resultados apresentados na seção 7.3 e Apêndice M para realizar uma avaliação agrotécnica das oleráceas do *portfólio* da UPF em estudo, formado durante o processo de filtragem do SPPO. Sequencialmente, foram aplicados todos os filtros propostos na seção 6.3. Os resultados da aplicação dos filtros redutores mostraram que o ano todo é adequado (boas condições) para o desenvolvimento das oleráceas na UPF em estudo. Portanto, o sinal verde para a produção em cada semana ocorreu por meio da intersecção dos resultados dos filtros redutores. Entretanto, para a efetivação e eficácia do recomendado, deve-se proceder uma escolha criteriosa das cultivares de alface e cenoura, considerando a estação do ano (primavera-verão ou outono-inverno), as características dos produtos exigidas pelos canais de distribuição e as resistências à pragas e/ou doenças que causam prejuízos relevantes na forma de condução do cultivo adotada na UPF. A etapa da escolha das cultivares de cada espécie que será produzida, por ser relacionada ao “como produzir”, deve ocorrer por conta e risco do olericultor, sempre que possível sob a orientação agrônômica.

A demanda total de cenoura é de 9.072 kg, sendo determinada pelo processo de licitação que o olericultor venceu. Este volume deve ser escalonado ao longo de 36 semanas, isto é, uma demanda de 252 kg/semana. As cenouras devem ser entregues todas as terças-feiras a partir de 14 de fevereiro de 2011. Por outro lado, as alfaces devem ser comercializadas pelo próprio olericultor em um boxe localizado no mercado do produtor do município de Pato Branco/PR. O funcionamento deste canal ocorre nas quartas-feiras e sábados, com uma demanda estimada pelo olericultor em 300 “cabeças” de alface por semana. Ressalta-se que alguns restaurantes e lanchonetes do município adquirem hortaliças no mercado do produtor, justificando a demanda elevada.

As colheitas da alface, para atender ao padrão produtivo estabelecido pelo olericultor, são fracionadas em três etapas ao longo do ciclo cultural. Para um ciclo completo de 9 semanas, as colheitas devem ocorrer na 7^a (25%), 8^a (50%) e 9^a (25%) semana após o transplante das mudas. Além disso, para a alface não foi considerada a temperatura ideal de germinação (TIG), pois na UPF em estudo o plantio ocorre por meio das mudas que são adquiridas em agropecuárias. Estima-se que 80% da produção seja comercializada, pois elimina-se os produtos não-conformes. A forma de implantação da cenoura deve ocorrer por meio do semeio direto nos canteiros definitivos, logo, deve-se considerar a TIG e temperatura ideal para vegetação (TIV). Por outro lado, para a cenoura destaca-se: (i) ciclo cultural: 17 semanas; e (ii) colheitas fracionadas em 3 etapas: 30% (15^a semana), 40% (16^a semana) e 30% (17^a semana), sendo que se espera que somente 70% da produção seja comercializada, pois elimina-se os produtos não-conformes.

Os preços de venda já foram estabelecidos entre o olericultor e os canais de distribuição. Os preços devem ser constantes durante o horizonte de planejamento, sendo: (i) alface: 1,00 R\$/cabeça; e (ii) cenoura: 1,00 R\$/kg. Assim, há o estabelecimento de um preço fixo para cada produto, durante todo o ano. Portanto, busca-se produzir por demanda real, isto é, programa-se uma determinada produção, na certeza de venda após a colheita. Isto é extremamente vantajoso, especialmente no mercado olerícola, que normalmente apresenta uma alta oscilação de oferta e preço nas diversas épocas do ano. Por outro lado, os custos de produção, estimados seguindo a metodologia proposta pela EMATER/DF (2010) e atualizados para a realidade do município de Pato Branco no mês de outubro de 2010, são: (i) alface: 1,43 R\$/m² de área efetivamente produtiva, isto é, desconsidera-se a área para circulação em volta dos canteiros; e (ii) cenoura: 1,20 R\$/m² de área efetivamente produtiva. Além disso, merece destaque: (i) o tamanho de cada lote é sempre constante independente se a primeira alocação (1^a semana) ocorre com a alface, a cenoura, a adubação verde ou o pousio; e (ii) o intervalo entre as sementeiras é semanal para ambas as culturas, ou seja, o plantio de alfaces e cenouras pode ocorrer em todas as semanas do ano planejado.

As questões-chaves do *input* do sistema para a realização do planejamento da produção, bem como os primeiros resultados para a programação do recomendado podem ser observadas na Figura 60. Já a Figura 61 apresenta as datas que representam cada semana do ano planejado, bem como os resultados a serem produzidos ao longo do horizonte de planejamento. Por outro lado, a Figura 62 mostra o dimensionamento da horta: arranjo temporal e espacial do plantio das oleráceas em cada lote. Desta forma, estabelece-se o calendário de plantio e colheita, com indicação da cultura e época (semana) do ano. Assim,

apresenta-se um cronograma semanal das atividades, facilitando a percepção das tarefas que devem ser realizadas para a execução do planejamento. Por fim, a Figura 63 apresenta os resultados da aplicação da metodologia multiíndice para analisar a viabilidade econômica do empreendimento “alface×cenoura”. Os principais resultados encontrados pelo SPPO, para este estudo de caso, foram: (i) os plantios da alface devem ocorrer da semana 01 a 44 e resultar em colheitas da semana 07 a 52, com estabilização da demanda a partir da 9ª semana após o primeiro plantio; (ii) os plantios da cenoura devem ocorrer da semana 01 a 36 e resultar em colheitas da semana 15 a 52, com estabilização da demanda a partir da 17ª semana após o primeiro plantio; (iii) a área efetivamente produtiva que deve ser reservada para cada lote é de 72 m²; (iv) para o estabelecimento da produção desejada pelo olericultor será necessária a utilização total de 26 (17+9) lotes com 72 m² cada, totalizando uma área de 1.872,00 m² (sem a área de circulação) e 2.433.60 m² (com a área de circulação). Observa-se que há uma ocupação de 97,34% da área disponível (2.500 m²) para a produção de hortaliças na UPF em estudo, sendo a terra disponível uma restrição efetiva para ampliação da produção. Esta área ficará imobilizada durante o horizonte de planejamento não podendo ser alocada a novos empreendimentos; (v) as demandas semanais estabelecidas entre o olericultor e o canal de distribuição serão atendidas, isto é: alface (300 cabeças/semana) e cenoura (252 kg/semana); e (ix) produção constante e contínua, dentro do horizonte de planejamento.

Responda as seguintes questões chaves sobre a cultura	ALFACE	CENOURA
Informe a data da primeira entrega (dd/mm/aaaa):	21/12/2010	15/02/2011
Informe a produção desejada por semana (und = kg ou outra unidade apropriada):	360	252
Informe o número de colheitas por plantio de cada lote:	3	3
Informe o percentual da 1ª colheita sobre a produção total de cada plantio:	25%	30%
Informe o percentual da 2ª colheita sobre a produção total de cada plantio:	50%	40%
Informe o percentual da 3ª colheita sobre a produção total de cada plantio:	25%	30%
Informe o espaçamento desejado entre as linhas de plantio (m):	0,4	0,2
Informe o espaçamento desejado entre as plantas (na mesma linha) (m):	0,4	0,1
Informe a produção por planta (und):	1	0,1
Informe o percentual comercializável (%):	80%	70%
Informe o ciclo cultural em dias:	63	119
Número de dias até a primeira colheita:	49	105
Data do plantio das sementes ou mudas:	19/10/2010	19/10/2010
Número necessário de plantas por plantio:	450	3600
Área necessária por lote de produção (plantio) (m ²):	72	72
Data da primeira colheita do plantio 1:	07/12/2010	01/02/2011
Data da segunda colheita do plantio 1:	14/12/2010	08/02/2011
Data da terceira colheita do plantio 1:	21/12/2010	15/02/2011
Produção total por plantio (efetiva ou comercializável) (und):	360	252
Produção da primeira colheita de cada plantio (und):	90	75,6
Produção da segunda colheita de cada plantio (und):	180	100,8
Produção da terceira colheita de cada plantio (und):	90	75,6
Número de lotes necessários para a produção contínua e constante:	9	17
Intervalo entre as semeaduras dos lotes (em semanas):	1	1
Área total produtiva por cultura (m ²):	648	1.224
Número de semanas até a estabilização da produção:	9	17

Figura 60 – Questões chaves e principais resultados do planejamento conjunto da alface e cenoura

Fonte: Elaborada pelo autor

A interpretação dos resultados dos indicadores de viabilidade econômica deste empreendimento é similar à do exemplo introdutório. Ressalta-se que os valores monetários foram concentrados para uma semana antes do primeiro plantio (data focal zero: 12/10/2010). Demais resultados da viabilidade econômica, inclusive com a apresentação do fluxo de caixa das despesas e receitas semanais durante o horizonte de planejamento, encontram-se no Apêndice N. Ressalta-se que as seguintes estratégias foram adotadas para a construção do fluxo de caixa: (i) os custos de produção de cada plantio em cada lote (saídas de caixa) foram concentrados (acumulados sem descapitalização) na semana de plantio (implantação da cultura); (ii) as receitas brutas (entradas de caixa) foram concentradas (acumulados sem descapitalização) na semana em que ocorre a última colheita de cada plantio em cada lote. Estas estratégias não comprometem a qualidade das decisões apontadas pelo SPPO.

Semana	Início	Fim	Alface (pés)	Demanda (360 pés)	Cenoura (kg)	Demanda (252 kg)
1 ^a	19/10/2010	25/10/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
2 ^a	26/10/2010	01/11/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
3 ^a	02/11/2010	08/11/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
4 ^a	09/11/2010	15/11/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
5 ^a	16/11/2010	22/11/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
6 ^a	23/11/2010	29/11/2010	0	Não atendida	0	Não atendida
7 ^a	30/11/2010	06/12/2010	90	Não atendida	0	Não atendida
8 ^a	07/12/2010	13/12/2010	270	Não atendida	0	Não atendida
9 ^a	14/12/2010	20/12/2010	360	Ok, atendida	0	Não atendida
10 ^a	21/12/2010	27/12/2010	360	Ok, atendida	0	Não atendida
11 ^a	28/12/2010	03/01/2011	360	Ok, atendida	0	Não atendida
12 ^a	04/01/2011	10/01/2011	360	Ok, atendida	0	Não atendida
13 ^a	11/01/2011	17/01/2011	360	Ok, atendida	0	Não atendida
14 ^a	18/01/2011	24/01/2011	360	Ok, atendida	0	Não atendida
15 ^a	25/01/2011	31/01/2011	360	Ok, atendida	75,6	Não atendida
16 ^a	01/02/2011	07/02/2011	360	Ok, atendida	176,4	Não atendida
17 ^a	08/02/2011	14/02/2011	360	Ok, atendida	252	Ok, atendida
18 ^a	15/02/2011	21/02/2011	360	Ok, atendida	252	Ok, atendida
...						
49 ^a	20/09/2011	26/09/2011	360	Ok, atendida	252	Ok, atendida
50 ^a	27/09/2011	03/10/2011	360	Ok, atendida	252	Ok, atendida
51 ^a	04/10/2011	10/10/2011	270	Não atendida	176,4	Não atendida
52 ^a	11/10/2011	17/10/2011	90	Não atendida	75,6	Não atendida
Total			15.840	–	9.072	–

Figura 61 – Semanas e produção integrada de alface e cenoura

Fonte: Elaborada pelo autor

A mão de obra (MDO) necessária para o desenvolvimento da produção recomendada foi distribuída uniformemente dentro do ciclo cultural de cada olerácea. O custo de oportunidade da mão de obra familiar foi remunerado no custo de produção. Na estimativa do custo de produção a MDO familiar foi remunerada a 40 R\$/dia por pessoa (homem ou mulher) ou 5 R\$/h. Neste caso, um dia de trabalho tem duração de 8 horas e a jornada

atividades e as despesas de lazer. Por outro lado, não foi considerado as receitas obtidas com os subprodutos olerícolas (20% da alface e 30% da cenoura não-conformes).

	TMA (semanal)	0%	0,125%	TMA igual a taxa de capitalização da caderneta de poupança.
	VP (investimentos)	R\$ 7.640,64	R\$ 7.445,23	Descapitalizados para a data focal zero.
R E T O R N O	VP (benefícios)	R\$ 22.272,00	R\$ 21.399,95	Descapitalizados para a data focal zero.
	IBC	2,9149	2,8743	Valores referentes ao investimento de uma unidade monetária.
	ROIA	2,08%	2,05%	Percentual de retorno por semana além da TMA.
	VPL	R\$ 14.631,36	R\$ 13.954,72	Descapitalizados para a data focal zero.
	VPLa (semanal)	R\$ 281,37	R\$ 277,32	Valor presente líquido por semana.
R I S C O	TIR	10,34%	10,34%	Medida de risco (distância entre TMA e TIR).
	Pay-back	18	18	Tempo estimado de retorno, em semanas.
	Pay-Back/N	34,62%	34,62%	Risco do projeto (empreendimento) não se pagar.
	TMA/TIR	0%	1,21%	Risco de ganhar mais aplicando na poupança do que no projeto.

Figura 63 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF em estudo

Fonte: Elaborada pelo autor

Outro custo fixo do SPPO reporta ao custo de oportunidade do aluguel da terra (arrendamento), isto é, ao decidir pela produção de hortaliças deixa-se de receber este benefício. Na localidade, o arrendamento anual de um hectare é remunerado a R\$ 300,00. Neste contexto, deve-se descontar a quarta parte deste valor do VPL apresentado na Figura 63. Por outro lado, os custos fixos de manutenção de máquinas, equipamento e ferramentas não foram computados, pois o olericultor encontrou dificuldades para o levantamento destes custos e a forma correta de rateio entre as atividades desenvolvidas na UPF.

A época de plantio indicada para cada hortaliça, não deve ser prorrogada ou antecipada. No caso de ocorrer algum evento atípico que impeça o plantio nas épocas indicadas, recomenda-se ao olericultor não efetivar a implantação da cultura neste planejamento. Neste caso, recomenda-se que o lote fique em pousio extra até a data do plantio da próxima cultura. Outras conclusões relevantes sobre este estudo de caso, são: (i) da forma como foi planejado, garante-se a recuperação anual de cada lote, com a inclusão de períodos de pousio e/ou de adubação verde, levando em consideração o ciclo cultural e a época de plantio de cada cultura utilizada para reciclar os nutrientes do solo. Exceções ocorreram para os lotes 01 e 18, como se observa na Figura 62. Neste caso, sugere-se que no planejamento do próximo ano seja reservado um período inicial para o pousio e/ou adubação verde destes lotes.

Assim, as soluções apresentadas podem não atender a 100% do exigido. No entanto, algumas imposições podem ser relaxadas, desde que não comprometam a sistemática de produção adotada pelo olericultor na condução de sua atividade; e (ii) os recursos humanos (RHu, mão de obra familiar), hídricos (RHi, água em boa quantidade, qualidade e distância adequada) e financeiros (RFi, formado por capitais próprios e de terceiros: agropecuárias) não representam fatores restritivos para a produção destas oleráceas na UPF em estudo. Por outro lado, para a ampliação da produção necessitaria do aumento da área destinada a olericultura. Para isso, parte da área utilizada para a produção de grãos poderia ser redirecionada. Entretanto, a ampliação da produção deve ocorrer se, e somente se, existe demanda que justifique a adoção desta estratégia (produção puxada).

A observação da Figura 61 permite elaborar uma nova estratégia na condução da atividade: se armazenar a primeira colheita de cenoura, pode se realizar a primeira entrega uma semana antes. Neste caso, deve-se armazenar a primeira colheita do lote 1 (75,6 kg) por uma semana. Ao fazer a segunda colheita do plantio 1 do lote 1 (100,8 kg) e a primeira colheita do lote 2 (75,6 kg) e somar com o estocado (75,6 kg), tem-se o atendimento antecipado da demanda (252 kg).

Uma outra simulação realizada para este estudo de caso foi a desconsideração dos períodos reservados para o pousio e a adubação verde e a possibilidade de ultrapassar o horizonte de um ano de planejamento com a demanda total da cenoura estimada em 13.104 kg, na expectativa do olericultor vencer novas licitações. Um dos objetivos desta simulação é ilustrar a dinamicidade oferecida pelo sistema proposto. Diante deste novo cenário, tem-se: (i) os plantios das alfaces e cenouras devem ocorrer da semana 01 a 52 (ano todo), incorrendo em alterações no fluxo de caixa referente aos custos; (ii) as colheitas devem ocorrer da semana 07 do ano 1 até a semana 08 do ano 2, para a alface; e da semana 15 do ano 1 até a semana 16 do ano 2 para a cenoura, provocando alterações no fluxo de caixa referente as receitas. Neste caso, foi necessário proceder ajustes no horizonte de planejamento (N) para a determinação dos indicadores de viabilidade econômica desta estratégia de produção. Os resultados econômicos encontrados com esta instância estão postos na Figura 64. Entretanto, a não recuperação do solo provavelmente implicará em sérios prejuízos para a condução da atividade para os anos vindouros. O olericultor tem consciência dos perigos desta estratégia de produção, por isso, não adotará esta última situação.

Segundo o olericultor responsável pela administração da UPF em estudo, a maior virtude do SPPO foi orientar e/ou conduzir a tomada de decisão (o que, quanto, quanto e para quem produzir) e detalhar o planejamento da produção recomendada para a UPF. Além disso,

o olericultor reconhece que o módulo de planejamento do SPPO, denominado de PHP: Planilha Horta Plan, desenvolvido facilita o planejamento e designação/execução das tarefas que devem ser realizadas em cada semana dentro do horizonte planejado.

	TMA (semanal)	0%	0,125%	TMA igual a taxa de capitalização da caderneta de poupança.
	VP (investimentos)	R\$ 9.846,72	R\$ 9.528,41	Descapitalizados para a data focal zero.
R E T O R N O	VP (benefícios)	R\$ 31.104,00	R\$ 29.590,47	Descapitalizados para a data focal zero.
	IBC	3,1588	3,1055	Valores referentes ao investimento de uma unidade monetária.
	ROIA	1,71%	1,68%	Percentual de retorno por semana além da TMA.
	VPL	R\$ 21.257,28	R\$ 20.062,06	Descapitalizados para a data focal zero.
	VPLa (semanal)	R\$ 408,79	R\$ 398,70	Valor presente líquido por semana.
R I S C O	TIR	10,33%	10,33%	Medida de risco (distância entre TMA e TIR).
	Pay-back	18	18	Tempo estimado de retorno, em semanas.
	Pay-Back/N	34,62%	34,62%	Risco do projeto (empreendimento) não se pagar.
	TMA/TIR	0%	1,21%	Risco de ganhar mais aplicando na poupança do que no projeto.

Figura 64 – Indicadores de Viabilidade Econômica do SPPO para a UPF em estudo – instância 2

Fonte: Elaborada pelo autor

7.5 REPLICABILIDADE DO SISTEMA PROPOSTO

O objetivo desta seção é indicar os procedimentos (passo a passo) que devem ser adotados para aplicar o SPPO em outra UPF do município de Pato Branco ou em outro município brasileiro. Para cada estudo de caso, deve-se: (i) descrever as escolhas do olericultor; (ii) aplicar os filtros excludores (canais e produtos); (iii) aplicar os filtros redutores (semanas adequadas); e (iv) otimizar (se necessário) e verificar a viabilidade econômica ou somente verificar a viabilidade econômica.

Para aplicar o SPPO em outra UPF no município de Pato Branco, recomenda-se: (i) análises químicas e físicas do solo; (ii) análise de água; (iii) aplicar o processo de filtragem conforme a seção 6.3; e (iv) modelagem matemática e/ou viabilidade econômica. Por outro lado, para aplicar o SPPO em um UPF em outros municípios brasileiros, além dos itens especificados anteriormente, deve-se: obter os dados agroclimáticos do microclima da UPF. Estes podem ser da UPF ou da estação agrometeorológica mais próxima. Além disso, deve-se realizar um levantamento das instituições de apoio, tais como ATER ou universidades – um ponto de partida pode ser via secretaria municipal de agricultura – e conhecer o histórico de

ocupação da localidade, pois a origem da população interfere nas hortaliças que são consumidas em maior escala.

Por fim, é importante listar os procedimentos a serem adotados para a construção do banco de dados agroclimático da UPF ou da localidade: (i) obter os dados diários das principais variáveis agroclimáticas (temperaturas, umidades relativas e precipitação pluviométrica, por exemplo) da UPF ou da estação agrometeorológica mais próxima. É importante que os microclimas sejam semelhantes, para evitar diferenças relevantes; (ii) substituir, nos anos bissextos, os valores das variáveis relacionados ao dia 28 de fevereiro, pelos valores médios entre os dias 28 e 29 de fevereiro. Em seguida, excluir o dia 29 de fevereiro; (iii) substituir, em todos os anos, os valores das variáveis relacionados ao dia 30 de dezembro, pelos valores médios entre os dias 30 e 31 de dezembro. Em seguida, excluir o dia 31 de dezembro; (iv) para a variável temperatura mínima, determinar o valor mínimo de cada uma das semanas do banco de dados histórico; (v) para a variável temperatura máxima, determinar o valor máximo de cada uma das semanas do banco de dados histórico; (vi) para as demais variáveis agroclimáticas, determinar o valor médio de cada uma das semanas do banco de dados histórico; e (vii) por fim, determinar a média histórica, por semana, para cada variável agroclimática. Ressalta-se que este procedimento deve ser realizado para as variáveis que são observadas nas estações agroclimáticas. Por outro lado, para as variáveis que são determinadas por fórmulas matemáticas, deve-se calcular os valores diários ao longo do ano e depois transformar em valores médios semanais, como ilustrado na seção 6.2.2.1. O banco de dados agroclimático fica constituído por estes dois tipos de procedimentos. Demais elementos do SPPO devem ser construídos com o desenvolvimento das fases propostas no sistema.

Por fim, as seguintes etapas devem ser percorridas, para a efetiva transformação do sistema proposto em um aplicativo computacional com interface amigável para o usuário: (i) escolher uma linguagem de programação adequada para o desenvolvimento do SPPO (Delphi[®], Visual Basic[®] ou C++[®], por exemplo); (ii) construir um banco de dados com uma interface que permita ao usuário inserir as informações desejadas; (iii) implementar a metodologia para a geração da previsão das variáveis agroclimáticas; (iv) estruturar o processo de filtragem com instruções que facilite a contemplação das escolhas do usuário; (v) implementar o MPSPPO. Para isto, pode-se recorrer ao aplicativo SYMPHONY integrado ao COIN-OR, por exemplo; (vi) programar a metodologia multiíndice, apresentando relatórios sobre os custos e as receitas individuais sobre cada espécie escolhida e em relação ao mix de produção recomendada; e (vii) disponibilizar um calendário de plantio de forma a visualizar as tarefas (atividades) que devem ser realizadas para o desenvolvimento do planejado.

8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente capítulo apresenta as conclusões deste trabalho, procurando mostrar as contribuições da tese desenvolvida. Na primeira seção é apresentada uma síntese dos resultados, baseada nos objetivos propostos e que estes foram atingidos. Na sequência são apresentadas as limitações da pesquisa. Em seguida, são apontadas algumas sugestões (perspectivas) para pesquisas futuras.

8.1 CONCLUSÕES

A contribuição principal deste trabalho consistiu em propor um sistema para o planejamento da produção olerícola adequado às unidades de produção familiar. O sistema construído consiste de quatro fases. A Fase 1 na qual realizou-se um levantamento dos fatores e variáveis intervenientes sobre o processo decisório (para quem, o que, quanto e quando produzir). Para isto, utilizou-se da análise de conteúdo e os resultados encontrados foram apresentados a especialistas em olericultura e olericultores familiares por meio da técnica de entrevistas individuais para que contribuíssem com o conhecimento acumulado sobre o tema e apontasse os fatores e variáveis mais relevantes de acordo com suas experiências e concepções. A Fase 2 consistiu na estruturação do banco de dados do sistema proposto. Para tanto, foram incorporados ao banco de dados, as variáveis ligadas aos fatores agroecológicos, agrotécnicos, agrotecnológicos, conhecimentos e preferências do olericultor, existência de instituições de apoio e capacidades (recursos). Na Fase 3 foram propostos dois tipos de filtros: exclusivos e redutores. O processo de filtragem buscou pré-selecionar canais de distribuição para escoamento da produção e hortaliças adequadas para produção na UPF em estudo (filtros exclusivos). Ainda, nesta fase, procurou-se identificar os períodos mais adequados para a ocupação de cada olerácea na localidade (filtros redutores). A maior contribuição desta fase foi a organização das informações necessárias e a forma de explorá-las como subsídio ao processo decisório sobre o planejamento da produção. Na Fase 4, que se refere a modelagem matemática, procurou-se recomendar para a UPF a combinação de hortaliças que maximizasse a receita líquida, limitando-se aos recursos produtivos disponível na UPF. Em seguida, sobre a produção recomendada foram levantados os custos e as receitas semanais sobre o período planejando. De posse destas informações, elaborou-se o fluxo de caixa semanal. Na sequência, a metodologia multiíndice proposta foi aplicada sobre o fluxo de caixa resultante da produção recomendada, buscando apresentar e avaliar os indicadores de viabilidade econômica (retorno e risco) do empreendimento. Por fim, oportuniza-se uma visualização das atividades (tarefas) que devem ser realizadas para a execução do planejado.

No SPPO o olericultor pode escolher se quer incluir sucessão cultural com espécies oriundas de diferentes famílias botânicas, pousio e adubação verde no planejamento anual. Isto evidencia a flexibilidade do sistema proposto. O conhecimento privilegiado do olericultor é utilizado durante o processo de filtragem e desta forma, incorporado ao sistema proposto, interferindo no processo de tomada de decisão. Assim, de forma simples, busca-se contemplar a complexidade que cerca o sistema de produção de hortaliças. Desta forma, os olericultores serão orientados a produzir de acordo com a demanda do mercado (levantada pelo olericultor ou por agentes ligados à cadeia de produção olerícola) e com as suas condições de clima, de solo e do sistema de produção adotado. Com isso, busca-se a maximização da lucratividade do olericultor no desenvolvimento da atividade. Ressalta-se que a decisão final sempre é do olericultor, o SPPO somente possibilita a simulação de cenários e desta forma pode-se escolher o cenário mais conveniente de acordo com os critérios adotados pelo olericultor.

Os resultados advindos da análise de conteúdo – postos no Apêndice B – e os entrevistados foram fundamentais para definir as estratégias adotadas na construção do SPPO. Por outro lado, como supramencionado, foram realizadas simulações com técnicas de previsão por séries temporais. Os resultados encontrados para as técnicas modeladas foram similares ao procedimento de médias históricas. Assim, não houve justificativa para a recomendação de técnicas mais sofisticadas (ponto de vista matemático e computacional) para determinar a previsão das variáveis agroclimáticas para o próximo ano olerícola planejado.

Para a validação do SPPO foram utilizados estudos de casos, sendo: (i) o caso mais simples possível (único produto) com dados fictícios; e (ii) caso complexo com dados reais adaptados de um UPF do município de Pato Branco/PR. Pelo estudo de caso, concluiu-se que o sistema construído permite aumentar o nível de entendimento e compreensão sobre os cenários (oportunidades) que se apresentam. Como consequência promove a melhoria do processo de gestão da atividade olerícola desenvolvida na propriedade rural familiar, além de elevar o nível de aprendizado sobre o contexto decisório. Os estudos de caso foram realizados somente no município de Pato Branco/PR. Desta forma, para a utilização do SPPO em novas UPFs deste município ou em UPFs de outro município é preciso substituir alguns elementos do banco de dados, tais como: microclima, solo, recursos hídricos, cultivares de cada espécie que são consumidas na localidade. Para a caracterização do microclima, recomenda-se, na inexistência de uma estação agrometeorológica na UPF (o que é comum), a consulta à estação meteorológica existente na região. É importante que a localização geográfica (altitude, latitude e longitude) seja a mais próxima possível da UPF. Por outro lado, para analisar o solo e a água recomenda-se procurar laboratórios de solos e de água credenciados pelo ministério

da agricultura e consultar profissionais tecnicamente habilitados na área hortícola para realizar uma avaliação dos resultados.

O sistema proposto buscou atender a princípios do sistema de produção puxada, pois, busca-se produzir o que, quanto e quando o mercado deseja. A adoção do SPPO facilita uma utilização mais eficiente do conhecimento acumulado pelo olericultor, dos recursos produtivos disponíveis e mensura a rentabilidade do empreendimento olerícola ao longo do ano planejado. Além disso, o SPPO possibilita ao olericultor, visualizar, de forma organizada, os fatores que afetam a decisão sobre o planejamento da produção. O SPPO indica a forma de buscar os dados que servirão de *input* do sistema. Desta forma, auxilia no entendimento da realidade, fato que representa um avanço significativo no planejamento da produção olerícola nas UPFs. Por fim, o SPPO contribui para o desenvolvimento do agronegócio olericultura praticado nas UPFs e principalmente para a fixação do homem no campo. Portanto, espera-se ter contribuído com a sustentabilidade da unidade produtiva no tempo.

O mercado olerícola é complexo e dinâmico, com intensa troca de mercadoria entre as regiões produtoras. Neste sentido, a Fase 3 do SPPO (processo de filtragem) pode ser utilizada para a construção de um zoneamento para a produção de hortaliças no Brasil, ao possibilitar indicar as melhores culturas a serem produzidas para cada localidade e em que época do ano. Assim, pode ser útil na orientação de planejamentos regionais para utilização e ocupação das terras de forma eficiente. Como o SPPO tem a flexibilidade de explorar as peculiaridades de cada localidade, de cada olericultor e de cada sistema de produção, ele apresenta-se como uma ferramenta valiosa no auxílio do processo de tomada de decisão nas UPFS. Aos olericultores a sua utilização fornece uma opção de planejamento da produção de acordo com as características da UPF/olericultor/sistema de produção. Além disso, o sistema proposto pode ser utilizado por extensionistas rurais, cooperativas, prefeituras e demais órgãos ligados à produção rural. Este sistema propõe uma alternativa que contribui para o fortalecimento e expansão do setor olerícola nacional e, desta forma colabora para a consolidação de suas funções tradicionais de abastecer o mercado interno, além de gerar emprego, renda e divisas.

Diante do exposto, entende-se que o objetivo principal que se apresentou no início deste trabalho foi cumprido já que um sistema para o planejamento da produção olerícola foi proposto e aplicado em uma UPF como forma de ilustrar a viabilidade do sistema proposto. Além disso, encaminhou-se propostas para a aplicação do SPPO em outra UPF do município utilizado-o como suporte para o planejamento da produção e em uma UPF de outro município. Conclui-se que este trabalho atendeu a seu objetivo ao propor o SPPO para as

UPFs, buscando contribuir com proposições que auxiliem o produtor a melhorar seu posicionamento na cadeia do agronegócio hortaliças ao poder apresentar ao setor uma produção programada e portanto com maior chance de ser realizada o que foi contratado (formal ou informal).

8.2 LIMITAÇÕES ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

No sistema proposto, as contribuições recebidas foram incorporadas no esquema final apresentado no capítulo 6. Preferiu-se apresentar um único sistema com todas as sugestões (literatura e entrevistados) já incorporadas. As contribuições foram fruto de discussões com especialistas e olericultores, sendo praticamente impossível identificar a origem de cada uma no sistema.

Desde o início da pesquisa preocupou-se em ampliar ao máximo o número de fatores relevantes por meio de ampla revisão bibliográfica com análise de conteúdo, seguida de consulta à especialistas e entrevistas com olericultores familiares, no entanto, é provável que alguns fatores importantes para o estudo possam ter passado despercebidos. Além disso, embora tenha sido tentado cobrir todo o referencial destes assuntos é possível que artigos e pesquisas relevantes tenham passado despercebidos.

Uma limitação, que deve ser destacada, refere-se à amostra. O número de entrevistas (com especialistas e olericultores) foi pequeno e caso tivesse sido maior, poderia haver alguma sugestão importante que viesse a alterar o sistema proposto. Para trabalhos futuros sugere-se trabalhar com grupos focados, considerando a heterogeneidade da AF e a restrição geográfica da pesquisa.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram encontradas algumas dificuldades que impuseram limitações à pesquisa. Houve dificuldades para aplicar o processo de filtragem: filtros redutores, devido a ausência de informações sobre as condições ambientais exigidas por cada espécie de hortaliça (TIG e TIV, por exemplo). As empresas produtoras de sementes deveriam divulgar maiores informações agrotécnicas sobre cada cultivar.

Apesar de o sistema proposto ter passado por testes de simulação, não houve tempo para que pudesse ser devidamente apresentado aos olericultores, especialistas ou extensionistas rurais que participaram ativamente da Fase 1, e, dessa forma, averiguar o desempenho e a utilidade real do sistema para esses agentes, possibilitando que novos ajustes fossem realizados. Além disso, não houve tempo hábil para acompanhamento do planejamento anual efetuado para as UPFs que serviram de estudos de casos para validar o sistema proposto. O acompanhamento permitiria identificar eventuais distorções e apontar

procedimentos necessários para correções. Entende-se que este é um trabalho que deve ser realizado antes da transformação do SPPO em um aplicativo computacional.

Por fim, como última limitação, não foi possível aplicar os modelos de Santos *et al.* (2010) e Costa *et al.* (2010) nos estudos de casos realizados para validar o SPPO. A etapa não realizada encontra-se na Fase 4 do sistema proposto. Desta forma, não foram estabelecidos os tempos computacionais para a execução do MPSPPO. Neste caso, o processo de filtragem elencou as hortaliças recomendadas para a UPF. Para justificar o ocorrido, salienta-se que o horizonte de planejamento é pequeno para conseguir boas sucessões. Nos trabalhos dos autores mencionados anteriormente sempre se utilizou dois anos como horizonte de planejamento. Entretanto, nas entrevistas individuais com especialistas e olericultores ficou claro que quanto maior o horizonte de planejamento da programação recomendada menor a possibilidade de este ser colocado em prática.

A concepção do SPPO buscou a contribuição científica, porém, um dos primórdios do sistema proposto é que retratasse de forma fidedigna a realidade das UPFs. Exemplificando: tomate seguido de pepino ou tomate seguido de feijão-vagem é uma possibilidade em outros municípios brasileiros (Presidente Prudente/SP, por exemplo), no entanto, na localidade em estudo, esta sucessão parece inadequada. Portanto, pode-se produzir as três culturas (tomate, pepino e feijão-vagem), mas não em sucessão cultural dentro de um horizonte de um ano. Os cultivos podem ocorrer em paralelo (ao mesmo tempo), pois exigem condições climáticas similares. Para isto, é fundamental que exista demanda e que os recursos produtivos não sejam fatores restritivos.

8.3 PESQUISAS FUTURAS E CONTINUIDADE AO TRABALHO APRESENTADO

Como trabalho futuro pode-se sinalizar a transformação do sistema proposto em um aplicativo computacional com interface amigável para o usuário, que podem ser as ATERs, SMAs ou até mesmo o olericultor, desde que disponha de equipamentos de informática adequados e de conhecimento básico necessário para operacionalização do *software* a ser desenvolvido. Por outro lado, sem grandes adaptações o SPPO pode ser utilizado para outro público alvo, isto é: para o médio e grande olericultor.

A média histórica mostrou-se eficiente para gerar previsões relacionadas às variáveis agroclimáticas, de acordo com o escopo do trabalho. Essa é uma conclusão primária que merece ampliações de estudo. Neste sentido, deve-se aplicar a metodologia desenvolvida para o tratamento das séries temporais das variáveis agroclimáticas para outro município, de preferência, de outra região brasileira. Uma outra proposta é verificar se há diferença

estatística entre as médias dos anos em que ocorre cada um dos fenômenos climáticos: La niña, El niño e Normal. Se isto se confirmar, ao invés de utilizar a média histórica geral, deve-se utilizar a média histórica por fenômeno climático.

No processo de filtragem poderia ser utilizada a técnica de árvore de decisão com uma sequência de perguntas (questões-chaves) que conduziria o processo decisório. Por outro lado, vislumbra-se a oportunidade do desenvolvimento de um modelo bayesiano para simular cenários climáticos e avaliar o impacto na viabilidade econômica. Uma outra proposta de trabalho futuro consiste na utilização da programação de restrições – *constraint programming* – (BACKER *et al.*, 2000) em substituição ao tipo de modelagem matemática realizada no desenvolvimento do SPPO.

Extensões desta pesquisa incluem a consideração de fontes de incertezas, tais como: demanda, preço, custo de produção, produtividade, receita líquida e capacidades (RHu, RHi e RFi, por exemplo) em cada período do horizonte de planejamento. Isto pode ser feito por meio dos modelos de programação estocástica recursiva com dois estágios (COSTA *et al.*, 2010). Por outro lado, pode-se incluir o fator risco no modelo proposto a partir da utilização da programação estocástica robusta (MULVEY *et al.*, 1995).

Um aspecto não abordado neste trabalho foi o custo computacional. Neste sentido, como um trabalho futuro, deve-se realizar simulações com o sistema proposto para avaliar o tempo computacional gasto para a sua completa execução. Neste caso, pode-se utilizar dados gerados aleatórios para redução do tempo necessário para a execução deste tipo de procedimento, o que poderia ser impossível utilizando-se somente de dados reais. Isto é importante, por exemplo, para verificar se ocorre explosão combinatória, o que é comum neste tipo de problema.

A partir do caso aplicado apresentado para a tomada de decisão sobre a produção olerícola nas UPFs, pode-se perceber que diversos outros podem ser feitos. Em termos de pesquisas futuras, além da ampliação do universo pesquisado, o sistema proposto pode ser aperfeiçoado com a incorporação de novos elementos como, por exemplo, incorporar no sistema a possibilidade de consorciação de culturas. Neste sentido, recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas futuras orientadas para o aprimoramento do sistema proposto e para a sua integração com outras ferramentas gerenciais. Desta forma, entende-se o SPPO como um ponto de partida na proposição de sistemas de apoio ao planejamento da produção olerícola ou como um sistema aberto que precisa de constantes atualizações e ampliações.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Agricultura familiar ou micro empresa rural?** Palestra proferida na abertura do IV Encontro Nacional das ATERs. Curitiba – PR, maio, 2008.
- AGE/MAPA. Agência de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeção do Agronegócio Mundial e Brasil: 2009/10 a 2019/20**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: agosto de 2010.
- AGROLINK. 2010. **Agronegócio responde por 25% do PIB e um terço dos empregos**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/noticias/ClippingDetalhe.aspx?CodNoticia=148753>>. Acesso em: outubro de 2010.
- AGUIAR, A.M.L. de. **O desafio do associativismo na agricultura familiar: o caso dos produtores rurais feirantes do município de Pato Branco-PR**. Dissertação (de mestrado). Programa de Mestrado em Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2007.
- AHUMADA, O.; VILLALOBOS, J.R. Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. **European Journal of Operational Research**, 195. 2009, p. 1–20.
- ALMEIDA, D.P.F. **Manual de culturas hortícolas**. Vol. I e II. 1. ed. Lisboa: Presença, 2006.
- AMARO, G.B.; SILVA, D.M. da; MARINHO, A.G.; NASCIMENTO, W.M. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Brasília: DF. EMBRAPA Hortaliças, Circular Técnica n. 47. Janeiro, 2007. ISSN 1415-3033.
- ANDRADE, E.L. de. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2009.
- ANDRIOLO, J.L. **Olericultura Geral: Princípios e Técnicas**. 1. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002, 158p.
- ANGELONI, M.T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. **Ci. Inf.**, v.32, n.1. Brasília, jan./abr. 2003, p. 17-22.
- ARAÚJO, M.J. **Fundamentos de agronegócios**. 2. ed. revista, ampliada e atualizada. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2007.
- ARENALES, M.N.; ARMENTANO, V.; MORABITO, R.; YANASSE, H. **Pesquisa Operacional**. 1. ed., 3. reimpressão. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2007. 523 p.
- BACEN. **Banco Central do Brasil**. Disponível em: <www.bacen.gov.br>. Acesso em: dezembro de 2007.
- BACHINGER, J., ZANDER, P. ROTOR, a tool for generating and evaluating crop rotations for organic farming systems. **European Journal of Agronomy**. 26 (2), 2007. p. 130–143.
- BACKER, B. de; FURNON, V.; SHAW, P.; KILBY, P.; PROSSER, P. Solving Vehicle Routing Problems Using Constraint Programming and Metaheuristics. **Journal of Heuristics**. v.6, n.4. set. 2000. p. 501-523.

BAKKER, J.C. **Analysis of humidity effects on growth and production of glasshouse fruit vegetables**. Dissertation – Wageningen Agricultural University. Wageningen, 1991. 155 p.

BALSADI, O. V. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar - os primeiros resultados obtidos em 2003. **Informações Econômicas**. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v. 34, n. 5. 2004. p. 35-46.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. 2006, 223p.

BARNARD, G.A. New methods of quality control. **Journal of the Royal Statistical Society**. A, 126, 255-259, 1963.

BATALHA, M.O. (coord.). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. v.1. São Paulo: Ed. Atlas, 2008. 770 p.

_____. **Gestão agroindustrial**. 5. ed. v.2. São Paulo: Ed. Atlas, 2009. 419 p.

BATALHA, M.O.; DEMORI, F. **A pequena e média empresa em Santa Catarina**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

BATALHA, M.O.; BUAINAIN, A.M. **Cadeia produtiva de produtos orgânicos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 108 p.

BITTENCOURT, M.V.L.; SAMPAIO, A.V.; HASEGAWA, M.M. Tomada de decisão sob condições de risco: aplicação para a região norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Poços de Caldas, MG. Anais... Brasília: **SOBER**, 1998. p. 987-998.

BOX, G.E.P.; JENKINS, G.M. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. Revised Edition. San Francisco: Holden-Day, 1976.

BUAINAIN, A.M.; ROMEIRO, A.R.; GUANZIROLI, C. **Agricultura Familiar e o Novo Mundo Rural**. Sociologias, Porto Alegre, ano 5, n. 10, jul./dez. 2003, p. 312-347.

BUAINAIN, A.M.; SOUZA FILHO, H.M. de. A Política Agrícola no Brasil: Evolução e Principais Instrumentos. In: BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. 5. ed. v. 2. São Paulo: Atlas, 2009. p. 302-362.

BUARQUE, C.R.C. **Avaliação Econômica de Projetos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 266p.

CAIXETA-FILHO, J.V. Orange harvesting scheduling management: A case study. **Journal of the Operational Research Society**, 57 (6), 2006. p. 637-642.

CAIXETA-FILHO, J.V. **Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2004. 169p.

CAIXETA-FILHO, J.V.; VAN SWAAY-NETO, J.M.; WAGEMAKER, A.P. Optimization of the production planning and trade of lily flowers at Jan de Wit Company. **Interfaces**. 32 (1), 2002, p. 35–46.

CAOVILLA, F.A.; GRABASKI, C.N; CAMPOS, F. do R. de. **Agroindústrias rurais de pequeno porte em Francisco Beltrão – Inclusão ou ilusão**. Evento Científico 2005. SAEPE/JICC/MOSTEC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Pato Branco.

CARVALHO, C.X. de; OLIVEIRA, D.; GAZOLLA, M. **Formas de Inovação Sócio-Técnica nos Espaços Rurais** Texto para discussão. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da UFRGS. Porto Alegre, 2009. 25p.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 466p.

CASTELLAZZI, M.S., WOODB, G.A. BURGESS, P.J.; MORRIS, K.F.; CONRAD, J.N; PERRY, J.N. A systematic representation of crop rotations. **Agricultural Systems**, 97. 2008. p. 26–33.

CAVIGLIONE, J.H.; KILHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D.; PUGSLEY, L. 2000. **Cartas climáticas do Paraná**. 2000. IAPAR, CD-ROM.

CEZAR, I.M. **Racionalização de investimentos em pastagens: uma abordagem sistêmica no processo decisório**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. v.18. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2001. p.351-369.

CEZAR, I.M.; SKERRATT, S.; DENT; J. B. **Sistema participativo de geração e transferência de tecnologia para pecuaristas: o caso aplicado à Embrapa Gado de Corte**. Caderno de Ciência & Tecnologia. v.17, n.2, 2000. p.135-170.

CLARKE, H.R. Combinatorial aspects of cropping pattern selection in agriculture. **European Journal of Operational Research**, v. 40, 1989. p.70–77.

CLEMEN, R.T. Combining Forecasts: A Review and Annotated Bibliography. **International Journal Forecasting**. v.5, p.559-583, 1989.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **PIB do agronegócio em 2009**. Disponível em: <<http://www.cna.org.br>>. Acesso em: agosto de 2010.

COCKSHULL, K.E., GRAVES, C.J., CAVE, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**. London, v.67, n.1. 1992. , p.11-24.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira. Grãos – safra 2009/10**. Décimo segundo levantamento. Setembro/2010. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: setembro de 2010.

CORDEIRO, N.J.N.; CRIBARI-NETO, F. Dinâmica inflacionária brasileira: modelagem e previsão. **Revista Brasileira de Estatística**. Rio de Janeiro, v.65, n.224. 2004. p. 25-59.

COSTA, A.M., SANTOS, L.M.R., ALEM, D.J., SANTOS, R.H.S. **Sustainable Vegetable Crop Supply Problem with Perishable Stocks** (Submitted to Annals of Operations Research - February 2010).

COSTA, M.A.B. da. Pesquisa Operacional Aplicada à Agroindústria. In: BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. v.2. São Paulo: Atlas, 2001. p. 15-64.

COSTA, M.A.B. da; TORRES, I. Pesquisa Operacional Aplicada à Agroindústria. In: BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. 5 ed. v.2. São Paulo: Atlas, 2009. p. 1-54.

CTIFL. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits e des Légumes. **Maîtrise de la conduite climatique**. Paris: CTIFL, 1995. 127p.

DARBY-DOWMAN, K.; BARKER, S.; AUDSLEY, E.; PARSONS, D. A two-stage stochastic programming robust planting plans in horticulture. **Journal of the Operational Research Society**, 51. 2000, p. 83–89.

DELGADO, G. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. São Paulo: Ícone, 1995.

DETLEFSEN, N.K.; JENSEN, A.L. Modelling optimal crop sequences using network flows. **Agricultural Systems**, 94. 2007. p. 566–572.

DOGLIOTTI, S.; ROSSING, W.A.H.; VAN ITTERSUM, M.K. ROTAT, a tool for systematically generating crop rotations. **European Journal of Agronomy**, 19 (2). 2003. p. 239–250.

DOGLIOTTI, S.; ROSSING, W.A.H.; Van ITTERSUM, M.K. Systematic design and evaluation of crop rotations enhancing soil conservation, soil fertility and farm income: a case study for vegetable farms in South Uruguay. **Agricultural Systems**, 80. 2004. p. 277–302.

DOGLIOTTI, S.; VAN ITTERSUM, M.; ROSSING, W. A method for exploring sustainable development options at farm scale: a case study for vegetable farms in South Uruguay. **Agricultural Systems**, 86 (1). 2005, p. 29–51.

DOGLIOTTI, S.; VAN ITTERSUM, M.; ROSSING, W. Influence of farm resource endowment on possibilities for sustainable development: a case study for vegetable farms in South Uruguay. **Journal of Environmental Management**, 78. 2006. p. 305–315.

DUFUMIER, M. **La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis-diagnóstico de realidades agrárias**. Paris: Institut National Agronomique Paris – Gringos. 1995. 20p.

EHLERS, R.S. **Análise de Séries Temporais**. Departamento de Estatística, UFPR. Disponível em <<http://leg.est.ufpr.br/~ehlers/notas>>. Acesso em: agosto de 2007.

EMATER/DF, 2010a. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Programa de olericultura**. Março, 2010. 27 p. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/>>. Acesso em: maio de 2010.

EMATER/DF, 2010b. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Custo de produção de oleráceas**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.emater.df.gov.br/005/00502001.asp?ttCD_CHAVE=7279>. Acesso em: junho de 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. BHERING, S.B.; SANTOS, H.G. dos. (Eds.). Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, EMBRAPA Solos e Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). 2008. 74 p.; 22 cm.

EMBRAPA. **Estudo do Mercado Brasileiro de Software para o Agronegócio**. EMBRAPA – Informática Agropecuária. São Paulo – SP. Painel de Compromisso – Softex. Nov., 2007. Disponível em: <www.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: dez., 2008.

FAO. **Protected cultivation in the mediterranean climate**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Plant Production and Protection, 90. 1990. 313p.

FAO/ONU 2008. Disponível em: <www.fao.org/>. Acesso em: julho 2008.

FARIA, R.T. de; CARAMORI, P.H.; CHIBANA, E.Y.; BRITO, L. de S. **CLIMA – Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos**. Boletim técnico n. 66. IAPAR – Londrina, maio 2002.

FASIABEN, M. do C.R.; BACCHI, M.R.P.; PERES, F.C. Fronteira de eficiência econômica em condições de risco: Estudo de caso de sistemas de produção familiar da região Centro-Sul do Paraná. **Agric. São Paulo**, SP, v.1, n.50, 2003. p. 93-107.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. revista e ampliada. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 421p.

FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G. Escolha da área para o plantio de hortaliças. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG, 2005. p. 69-75.

GASQUES, J.G.; REZENDE, G.C. de; VILLA VERDE, C.M.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R.; CARVALHO, J.C.S.; SALERMO, M.S. **Desempenho e Crescimento do Agronegócio no Brasil**. Brasília: IPEA/DISET, 2004. 48p.

GODOY, W.I. **As feiras-livres de Pelotas, RS: Estudo sobre a dimensão sócio-econômica de um sistema local de comercialização**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2005. 313p.

GODOY, W.I.; SILVA, A.; ZOTI, C.; TRICHES, M. **O papel da feira-livre de Pato Branco-PR, no abastecimento local**. In: *Synergismus Scientifica*, 2006. Pato Branco. v.1. p. 173-180.

GOLDBARG, M.C. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos**. Rio de Janeiro: Campos, 2000.

GOLDBERG, R.A. **Agribusiness**. O Estado de São Paulo. Caderno de Economia. São Paulo, 1990, p.16, c.5.

GRANGER, C.W.J.; NEWBOLD, J.P. **Forecasting economic time series**. 2. ed. New York Academic Press, 1986.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; BOOTSMA, A.; OLIVEIRA, D.; GOMES, J. **Riscos de ocorrência de geada no estado do Paraná**. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v.4, n.1. 1996. p.93-99.

GUANZIROLI, A.; ROMEIRO, A.; BUAINAIN, A. M.; SABBATO, A.; BITTENCOURT, G. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI**. FAO/MDA. Rio de Janeiro: Grammond, 2001. 284p.

GUEDES PINTO, L.C. **Notas sobre a política de crédito rural**. Texto para Discussão, n.4. Campinas: UNICAMP, 1981.

GUILHOTO, J.J.M.; AZZONI, C.R.; SILVEIRA, F.G.; ICHIHARA, S.M.; CAMPONINA, B.; MOREIRA, G.R.C. **PIB da Agricultura familiar: Brasil – Estados**. Brasília: MDA, 2007. 172 p. (NEAD Estudos; 19).

HAMILTON, J.D. **Time Series Analysis**. Princeton University Press, 1994.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data Mining: concepts and techniques**. USA: Morgan Kaufmann, 2001. 550p.

HANOCH, G.; LEVY, H. Efficient portfólio selection with quadratic and cubic utility. **Journal of Business**. v.2, n.43. 1970. p. 181-189.

HEMBRY, G. **Management of beef cattle production**. Disponível em: <<http://gnv.ifas.ufl.edu/animal/short91/hembry.htm>>. Acesso em: novembro de 2007.

HILDRETH, C.G., REITER S. **On the choice of a crop rotation plan**. In: KOOPMANS, T.C. (ed.). Proceedings of the Conference on Linear Programming. Held in Chicago – 1949. 1951. p.177-188

HOFFMANN, R; ENGLER, J.J.C.; SERRANO, O. **Administração da empresa agrícola**. 7 ed. São Paulo: Pioneira, 1992. 325p.

HOMEM DE MELO, F. **O problema alimentar no Brasil**. São Paulo: Paz e Terra, 1983.

HOMEM DE MELO, F. **Prioridade agrícola: sucesso ou fracasso?** Estudos Econômicos-Fipe. São Paulo: Pioneira, 1985.

HOUAISS. Dicionário Eletrônico da Língua Portuguesa. Versão 2.0.1. Outubro de 2007.

HOW, P.B.; HAZELL, P.B.R. **Use of quadratic programming in farm planning under uncertainty**. Cornell, Dept. Agri. Econ., 1968.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD-ROM.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Estação Agrometeorológica de Pato Branco. Pato Branco, 2010. Disponível: <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Pato_Branco.htm>. Acesso em: agosto de 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006 – Resultados Finais**. Censo agropec., Rio de Janeiro, p.1-777, 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: dezembro de 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006 – Agricultura Familiar: Primeiros Resultados**. Censo agropec., Rio de Janeiro, Censo agropec., p.1-267, 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: dezembro de 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: primeiros resultados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: novembro de 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto do Brasil em 2009**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: setembro de 2010.

IFPRI. International Food Policy Research Institute, 2007. **Emerging High-Value Food Markets in Asia: Implications for small holders and policies**. Brazilian National Agribusiness Congress. Brazil, August 28, 2007.

INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais,. Processos físicos em modelos regionais e melhoria na qualidade das previsões de tempo na América do Sul - Projeta. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/projeta/>>. Acesso em: outubro de 2010.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Características das ocupações na agropecuária paranaense**. ZANCHET, Maria Salete. 1. versão. n.7. Curitiba, julho de 2008. 39p

JONES, J., HOOGENBOOM, G., PORTER, C., BOOTE, K., BATCHELOR, W., HUNT, L., WILKENS, P., SINGH, U., GIJSMAN, A., RITCHIE, J., 2003. The DSSAT cropping system model. **European Journal of Agronomy**, 18 (3). 2003.

KAGEYAMA, A. **Modernização, produtividade e emprego na agricultura: uma análise regional**. Tese de doutoramento — Instituto de Economia. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1986.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. The balanced scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**. 70 (1). 1992. p. 71-79.

KLEIN HANEVELD, W.K.; STEGEMAN, A.W. Crop succession requirements in agricultural production planning. **European Journal of Operational Research**, 166 (2). 2005. p. 406–429.

KREUZ, C.L.; SOUZA, A.; SCHUCK, Ê.; CUNHA, S.K. **Custos de produção, expectativas de retorno e de riscos do agronegócio da uva na região dos Campos de Palmas**. Revista Alcance (Itajaí), Itajaí SC, v.11, n.2. 2004. p. 239-258.

LAWES, J.B.; GILBERT, J.H. **The Rothamsted Experiments**. Blackwood, Edinburgh, 1895.

LENTZ, W. Model applications in horticulture: a review. **Scientia Horticulturae**. v.74, 1998. p. 151–174.

LIMA, D.M.A.; WILKINSON, J. (Org.). **Inovação nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq / Paralelo 15, 2002. 400p.

LIMA, J.D. de; COSTA, R.N. **Aplicação da combinação de modelos de previsão à produção brasileira de grãos**, 2007. Artigo elaborado para a disciplina de Planejamento e Controle da Produção (PCP) do doutorado em Engenharia de Produção da UFRGS, 2007.

LIMA, L.S.; TOLEDO, J.C. de. **Gestão Integrada da Agricultura Familiar – Módulo Gestão da Qualidade**. Relatório de Pesquisa. São Carlos: UFSCar, 2004. 57p.

LIMA, M.C. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2004.

LIZ, R.S. de. **Etapas para o planejamento e implantação de horta urbana**. Brasília, DF. EMBRAPA Hortaliças. Comunicado técnico, n.39. Dezembro, 2006.

LOURENZANI, W.L. **Modelo dinâmico para a gestão integrada da agricultura familiar**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. UFSCar, 2005. 210 p.

LOURENZANI, W.L.; QUEIROZ, T.R.; SOUZA FILHO, H.M. de. **Scorecard sistêmico: modelo de gestão para empreendimentos rurais familiares**. Revista Eletrônica de Administração da Universidade Federal de Lavras-MG. v.10, n.1. 2008. p. 123-136,

LUCAS, M.T.; CHHAJED, D. Applications of location analysis in agriculture: a survey. **Journal of the Operational Research Society**. 55. 2004, p. 561–578.

LÜBBECKE, M.E.; DESROSIERS, J. Selected topics in column generation. **Operations Research**. 53 (6). November–December, 2005, p. 1007–1023.

MACHADO, M.D. **Canais de distribuição para produtos da agricultura familiar: um estudo em hortaliças em São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. UFSCar: 2004. 192p.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S.C.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting, methods and applications**. Third Edition. John Wiley & Sons. New York, 1998.

MAKRIDAKIS, S.; HIBON, M. The M3-Competition: results, conclusions and implications. **International Journal of Forecasting**, v. 16. 2000. p. 451-476.

MALUF, W.R.; CONRADO, T.V.; SILVA, E.C. da; GOMES, L.A.A.G. **Horta Fácil: um Software para o Planejamento, Dimensionamento e Gerenciamento de Hortas comerciais, domésticas, Escolares e Comunitárias**. 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório Anual de Avaliação - PPA 2000-2003. Exercício 2002.**

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estimativa do PIB do agronegócio em 2010.** Disponível em: <www.mapa.gov.br>. Acesso em: outubro de 2010.

MARCHI, G. **O que é qualidade do solo?** In: AGROSOFT BRASIL, 2008. Disponível em: <www.agrosoft.org.br/?q=node/101400>. Acesso em: maio de 2008.

MARCHI, J.F.; LAVORATI, N.; SOARES, J.A.Z.; GODOY, W.I. **Desenvolvimento sócio-econômico das agroindústrias familiares rurais do Sudoeste do Paraná.** In: Anais do I Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária da UTFPR, Campus Dois Vizinhos. Out. 2007. p. 107-109.

MARION, J.C.; PROCÓPIO, A.M. Aspectos da utilização prática de modelos decisórios pelo pequeno e médio produtor rural. XXVI CONGRESSO DA SOBER. **SOBER. O Agronegócio Brasileiro: Desafios e Perspectivas.** v.2. Poços de Caldas – MG, 1998.

MARION, J.C; SEGATTI, S. **Sistema de Gestão de Custos nas Pequenas Propriedades Leiteiras.** Custos e @gronegócio on line. v.2, n.2, Jul./Dez., 2006. ISSN 1808-2882. Disponível em: <www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: março de 2008.

MARTIN, N.B.; OLIVEIRA, M.D.M.; ANGELO, J.A.; OKAWA, H.; SERRA, R. **Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI.** AGROSOFT 97. I Congresso da SBI-Agro, 1997.

MARTINS, R.A.; SALERNO, M.S. Uso dos Sistemas de Medição de desempenho: Estudo de Casos. In: Anais... **II Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações industriais.** São Paulo, SP. POI/FGVSP, 6 a 8 de out., vol.I, 1999. p. 317-330.

MASUTTI, S.G. **Feira-livre de Pato Branco, PR. Pesquisa de mercado e esclarecimento quanto ao valor dos produtos orgânicos.** 2005. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2005. 53p.

McCARL, B.; FALCK, J. Documentation model B-9. West Lafayette, Indian. Purdue University, Department of Agricultural Economics, Agricultural Experiment Station. **Station Bulletin**, 98. 1975.

McCARL, B.; NATHALL, P. **Linear programming for repeated use in the analysis of agricultural systems.** West Lafayette, Indiana. Purdue University, Departament of Agricultural Economics, 1979.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acesso em: junho de 2008.

MEIRA; C.A.A.; MANCINI, A.L.; MAXIMO, F.A; FILETO, R; MASSRUHÁ, S.M.F.S. **Agroinformática: Qualidade e Produtividade na Agricultura.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, v.13, n.2. Brasília. 1996. p. 175-194.

MELO, C.O. de; PARRÉ, J.L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro, v.45, n.2, abr/jun. 2007. p. 329-365

MELO, P.C.T. de. **Panorama atual da cadeia de produção de hortaliças no Brasil**. Palestra técnica. 1º Workshop da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos sobre incentivo ao consumo de frutas e hortaliças. Rio de Janeiro: Embrapa, 13 março de 2009. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/>>. Acesso em: 01 jun. 2009.

MIGUEL, P.A.C; FLEURY, A.C.C.; MELLO, C.H.P.; NAKANO, D.N.; TURRIONI, J.B.; HO, L.L.; MARTINS, R.A.; PUREZA, V.; MORABITO NETO, R. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus/Elsevier. 2009. 248p.

MILLS, J.A.; PRASAD, K. A comparison of model selection criteria. **Econometric Reviews**. 11. 1992. p. 201-233.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M. de C. **Análise de Séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 2006. 535p.

MULVEY, J.; VANDERBEI, R.; ZENIOS, S. Robust optimization of large-scale systems. **Operations Research**. 43. 1995. p. 264–281.

MUNDO NETO, M. **Crédito para agricultura familiar: um estudo no município de São Carlos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 2004. 167p.

MURTY, K.G. **Linear and Combinatorial Programming**. New York: Wiley, 1985.

NANTES, J.F.D.; SCARPELLI, M. Elementos de Gestão na Produção Rural. In: BATALHA, M.O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 3. ed. v.1. São Paulo: Atlas, 2008, p. 629-710.

NANTES, J.F.D.; SCARPELLI, M. Gestão da Produção Rural no Agronegócio. In: BATALHA, M.O. (Coord.). **Gestão Agroindustrial**. 2. ed. v.1. São Paulo: Atlas, 2001, p. 556-584.

NASCIMENTO, E.B. do. **Olericultura: uma boa opção para o pequeno produtor do Paraná**. Palestra técnica apresentada no 48º Congresso Brasileiro de Olericultura. Maringá (PR). 27 de julho a 01 de agosto de 2008.

NEVES, M.F.; ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, E.M. **Agronegócio do Brasil**. São Paulo: Saraiva, 2006.

NEVES, M.F. **Um modelo para planejamento de canais de distribuição no setor de alimentos**. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. 1999. 187p.

NEWBOLD, P.; BOS, T. **Introductory business and economic forecasting**. 2. ed. Cincinnati: South-Western Publishing, 1994.

NEWBOLD, P.; GRANGER, C.W.J. Experience with forecasting univariate time series and combination of forecasts. **Journal of the Royal Statistical Society**. A, 137. 1974. p.131-146.

NOGUEIRA, E. **Análise de investimentos**. In: BATALHA, M. O. (coord.). Gestão agroindustrial. 5. ed. v.2. São Paulo: Ed. Atlas, 2009. p. 205-266.

NUNES, E.P. Presidência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010.

OCEPAR. Organização das Cooperativas do Estado do Paraná. **Agronegócio: Insumos e fatores de produção na agricultura brasileira**. Curitiba – Paraná, 2008. 170p.

OLIVA, G.M. de. **Planejamento conjunto e colaborativo da cadeia de suprimentos: modelo de controle ótimo multiobjetivo com custos de transporte**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

OLIVEIRA, G.A. **Sistema de controle de estoques utilizando a metodologia de Box & Jenkins de séries temporais**. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia). Departamento de Matemática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2002. 154p.

OSAKI, M. **Produtor tem de racionalizar os fatores para aumentar a margem de lucro**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/noticias/>> Acesso em: março de 2008.

PERONDI, M.A. **Diversificação endógena e intersetorial da agricultura familiar**. Conhecimentos para Agricultura do Futuro. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER). Londrina-PR, julho de 2007.

PINTO, L.B. **A importância da diversidade entre os iguais: um estudo de caso da assistência técnica e extensão rural em um assentamento no Pontal do Paranapanema – SP**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Campinas, UNICAMP, 2005. 137p

POSSENTI, J.C.; GOUVEIA, A. de; MARTINS, T.N.; CADORE, D. **Distribuição pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil**. In: Anais do I Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária da UTFPR, Campus Dois Vizinhos. Out. 2007. p. 140-142.

PRADO, D. S. dos. **Programação Linear**. Série Pesquisa Operacional. v.1, 5 ed. Nova Lima (MG): INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2007, 238p.

PUCCINI, A.L.; PIZZOLATO, N.D. **Programação linear**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1990.

QUEIROZ, T.R. **Sistema de custeio e indicadores de desempenho para a agricultura familiar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2004. 128p.

REID, D.A. **Comparative study of time series prediction techniques on economic data**. Ph.D. Thesis, Department of Mathematics, University of Nottingham, 1969.

RESENDE, F.V.; VIDAL, M.C. **Organização da propriedade no sistema orgânico de produção**. Circular Técnica, n.63. Brasília, DF. Julho, 2008.

REZENDE, G.C. de. **O crédito subsidiado e o preço da terra no Brasil**. Estudos Econômicos, São Paulo, v. 12. 1985. p. 117-138.

RIBEIRO, J.L.D.; MILAN, G.S. **Entrevistas individuais: teoria e aplicações**. 2. ed. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre: FEENG – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, 2007.

ROCHER, J. **Mercado de hortaliças**. Jornal Gazeta do Povo. Caderno Caminho do Campo, 2008. Disponível em: <<http://portal.rpc.com.br/gazetadopovo/caminhosdocampo/>>. Acesso em: out. 2008.

RÖLING, N. **Extension Science: information systems in agricultural development**. Cambridge: Cambridge University Press, UK. 1988.

SAF/MDA. Secretaria da Agricultura Familiar do Ministério de Desenvolvimento Agrário. Palestra proferida pelo secretário da Agricultura Familiar Adoniran Barbosa. **Seminário sobre Iniciativas e Políticas de Diversificação da Agricultura Familiar**. Pato Branco/PR: Campus da UTFPR, 01 de abril de 2009.

SÁFADI, T. **Uso de séries temporais na análise de vazão de água na represa de furnas**. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 142-148, jan./fev., 2004. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/revista/28_1/art19.pdf>. Acesso em: agosto 2007.

SAMINEZ, T.C.O.; VIDAL, M.C.; RESENDE, F.V.; CLEMENTE, F.M.V.T. AMARO, G.B.; SOUZA, R.B. de. **Adubação Verde: aprenda como se faz**. Notas técnicas. EMBRAPA Hortaliças. Brasília, outubro de 2007.

SANTOS, L.M.R. dos. **Programação de rotação de culturas – modelos e métodos de solução**. Tese de doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC-USP. São Carlos, abril, 2009.

SANTOS, L.M.R. dos; ARENALES, M.N; COSTA, A.M. **Alguns problemas de planejamento de rotação de culturas**. In: I Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2009, Bento Gonçalves. Anais do I Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais, 2009.

SANTOS, L.M.R. dos; COSTA, A.M.; ARENALES, M.N.; SANTOS, R.H.S. Sustainable Vegetable Crop Supply Problem. **European Journal of Operational Research**, 2010. v.204, n.3. August 2010, p. 639-647.

SANTOS, L.M.R. dos; MICHELON, P.; ARENALES, M.N., SANTOS, R.H.S. Crop rotation scheduling with adjacency constraints. **Annals of Operations Research**, 2008. doi: 10.1007/s10479-008-0478-z.

SANTOS, L.M.R. dos; SANTOS, R.H.; ARENALES, M.N.; RAGGI, L.A. Um modelo para a programação de rotações de culturas. **Pesqui. Oper.** [online]. v.27, n.3. 2007. p. 535-547.

SAYAD, J. **Especulação em terras rurais, efeitos sobre a produção agrícola e o novo ITR**. Pesquisa e planejamento econômico, v.12, n.1. Rio de Janeiro, 1982. p. 87-108.

SCARPELLI, M. Planejamento e Controle da Produção. In: BATALHA, M.O. **Gestão Agroindustrial**. 4. ed. v.1. São Paulo: Atlas, 2008. p. 336-430.

SEBRAE-MG. 2007. **Ponto de partida: agronegócio de hortaliças**. Disponível em: <www.sebraemg.com.br>. Acesso em: fevereiro de 2008.

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R. **Meteorologia Agrícola: notas de aulas**. 2009. Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ).

SEPULCRI, O. **O que plantar na próxima safra? Planejamento da Propriedade Familiar**. EMATER-PR, 2006. Disponível em: <www.emater.pr.gov.br/arquivos/>. Acesso em: fevereiro de 2008.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Brasil). 2. ed. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 2006. 306p.

SOUZA FILHO, H.M. de (Org.); BATALHA, M.O. (Org.). **Gestão Integrada para a Agricultura Familiar - GIAF**. 1. ed. São Carlo SP: EDUFSCar, 2005. 359p.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análises de Investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Gestão de Custos: Aplicações Operacionais e Estratégicas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, J.L. de. **Cultivo Orgânico de Hortaliças – Sistema de Produção**. Viçosa, CPT, 2009. 314 p.

SOUZA, P.M. de; FERREIRA, V.R.; PONCIANO, N.J.; BRITO, M. do N. Otimização econômica, sob condições de risco, para agricultores familiares das regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro. **Pesqui. Oper.** [online], v.28, n.1. 2008. p. 123-139.

SOUZA, R. de; GUIMARÃES, J.M.P.; VIEIRA, G.; MORAIS, V.A.; ANDRADE, J.G. de. **A administração da fazenda**. Rio de Janeiro: Globo, 1988.

SOUZA, G.P.; SAMOHYL, R.W.; MEURER, R.; CORVALAO, E.D. Combinação de Modelos de Séries Temporais para Previsões do Consumo Industrial de Energia Elétrica em Santa Catarina. In: **9. Escola de Modelos de Regressão**, São Pedro - SP. 2005. p. 49-59.

STÖCKLE, C.O., DONATELLI, M., NELSON, R. CropSyst, a cropping systems simulation model. **European Journal of Agronomy**, 18. 2003.

STRANG, G. **Linear Algebra and its Applications**. 2. ed. Orlando, Florida, 1980.

SUGAI, Y.; COSTA, J.M. da; TEIXEIRA FILHO, A.R. Sistema de planejamento global para tomada de decisão na propriedade agrícola. **Revista de Economia Rural**. n.21. v.1. p. 1-28, jan./mar. Brasília, 1983.

TABALIPA, N.L.; FIORI, A.P. **Estudo do clima do município de Pato Branco – Paraná**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Synergismus scyentifica*. UTFPR, Pato Branco, 03 (4). 2008.

TAYLOR, A.D. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial**. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005. 350p.

TRENTIN, M. **Planejamento estratégico de materiais: uma aplicação dos métodos automáticos de previsão de séries temporais**. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia). Departamento de Matemática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFPR, 2002. 215p.

VEIGA, J.E. da. **Diretrizes para uma nova política agrária**. Seminário sobre Reforma Agrária e Desenvolvimento Sustentável. Fortaleza, 1998. Disponível em: <<http://www.nead.org.br/portugues/home/agrfamiliar2.php>>. Acesso em: julho de 2008.

VILCKAS, M. **Os determinantes da tomada de decisão sobre o que produzir: proposta de um modelo para unidades de produção rural familiares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2004. 143p.

VILCKAS, M.; NANTES, J.F.D. **Planejamento das atividades produtivas na agricultura familiar**. In: SOUZA FILHO, H.M. de.; BATALHA, M.O. (Org.). *Gestão Integrada da Agricultura Familiar*. São Carlos: EDUFSCar, 2005. p. 131-165.

VILELA, N.J.; HENZ, G.P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, v. 17 p. 71-89, jan./abr. 2000. Disponível em: <<http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/cct/v17/cc17n104.pdf>>. Acesso em: outubro de 2009.

WERNER, L. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado em opinião**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. UFRGS. Departamento de Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2005. 166p.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: Ergonomia: Método e Técnica**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987. 189 p.

WREGGE, M.S.; CARAMORI, P.H.; GONÇALVES, A.C.A.; BERTONHA, A.; FERREIRA, R.C.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R.T. de; FREITAS, P.S.L. de; GONÇALVES, S.L. Regiões potenciais para cultivo da cana-de-açúcar no Paraná, com base na análise do risco de geadas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.13, n.1, 2005. p.113-122.

ZIONTS, S. **Linear and Integer Programming**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International Series in Management, Inc., 1974.

ZUIN, L.F.S.; QUEIROZ, T.R. **Agroegócio: Gestão e inovação**. São Paulo: Saraiva, 2006. 436 p.

APÊNDICES

Apêndice A – Combinação de Previsões

Neste apêndice são apresentadas novas formas de combinação de previsões combinando duas técnicas de séries temporais. Ressalta-se que a metodologia proposta, consiste em: utilizar a média dos dois métodos mais acurados entre médias sobre o histórico disponível, suavização exponencial e metodologia de Box-Jenkins.

- **Combinação de previsões por meio de pesos inversamente proporcionais ao erro médio quadrático médio (MSE)**

Segundo Cordeiro e Cribari-Neto (2004), este procedimento procura atribuir pesos maiores a métodos de previsão mais eficazes e pesos menores aos de desempenho mais pobre. A forma de se atribuir pesos maiores a métodos de maior acurácia e pesos menores a métodos que rendem previsões menos precisas é baseada no erro médio quadrático de previsão (MSE) de forma que o método que apresentar baixos valores para esta média receberá um peso mais elevado. Assim, para obter $\hat{Z}_{c,t}$, sendo uma combinação de previsões, é necessário calcular, para cada método, o erro médio quadrático das n previsões um passo à frente mais recentes. De maneira simplificada, uma previsão combinada de duas previsões alternativas é da forma de (01), onde $\hat{Z}_{1,t}$ e $\hat{Z}_{2,t}$ são previsões um passo à frente obtidas de duas abordagens distintas, e w_1 e w_2 , são os pesos calculados como:

$$w_1 = \frac{\sum_{i=1}^n e_{2,t-i}^2}{\frac{\sum_{i=1}^n e_{1,t-i}^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n e_{2,t-i}^2}{n}} \text{ e } w_2 = 1 - w_1 \quad (01)$$

Assim, para a utilização do método é necessário que estejam disponíveis as n previsões mais recentes, as quais podem ser previsões um passo à frente, para que possam ser avaliados os desempenhos passados de cada abordagem utilizada na combinação. Newbold e Bos (1994) e Cordeiro e Cribari-Neto (2004) sugerem que n esteja compreendido entre 6 e 12.

- **Combinação de previsões por meio de pesos inversamente proporcionais ao erro percentual absoluto médio (MAPE)**

A justificativa para este procedimento é análoga ao apresentado no item anterior (LIMA e COSTA, 2007). Porém, a forma de se atribuir pesos maiores a métodos de maior

acurácia e pesos menores a métodos que rendem previsões menos precisas é baseada no erro percentual absoluto médio (MAPE) de forma que o método que apresentar baixo valor para este erro receberá um peso mais elevado. Assim, para obter $\hat{Z}_{c,t}$, sendo uma combinação de previsões, é necessário calcular a expressão (02):

$$w_1 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_{2,t-i}}{Z_{2,t}} \right|}{\frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_{1,t-i}}{Z_{1,t}} \right|}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_{2,t-i}}{Z_{2,t}} \right|}{n}} \right) \text{ e } w_2 = 1 - w_1 \quad (02)$$

Apêndice B – Resultados da Análise de Conteúdo

	FATORES	ELEMENTOS/Descrição/Variáveis	AUTORES
A N Á L I S E A M B I E N T A L	<u>Legais e Políticos</u>	- leis sobre a produção e a comercialização de produtos olerícolas sob sistemas de cultivos convencionais, direto, orgânicos, hidropônicos e em substrato; - leis de reciclagem de embalagens; - exigências de rotulagem; - leis trabalhistas; - instrumentos de política macroeconômica e agrícola; - qual a tendência das políticas agrícola e agrária no país?	Lima <i>et al.</i> (1996) Santos <i>et al.</i> (2002) Machado e Silva (2005)
	<u>Econômicos/ Financeiros (recursos)</u>	- crescimento do PIB, taxas de inflação, taxas de juros e distribuição de renda, por exemplo; - <u>concentração de fornecedores e compradores (canais)</u> ; - <u>existência de crédito rural</u> (PRONAF, recursos próprios, empréstimos pessoais, fornecedores de insumos, canais de distribuição, entre outras formas ou linhas de crédito); - <u>existência de fundo de aval</u> (formado por grupo de agricultores, para facilitar o acesso ao PRONAF, por exemplo); - <u>índices médios de produtividade</u> dos cultivos para a região (ou dados próprios) (rendimento elevado, médio ou baixo); - <u>margem líquida ou lucro relativo</u> de cada olerácea; - <u>estimar a taxa de retorno esperada</u> sobre os investimentos (ROIA); - <u>condições econômicas do produtor rural</u> .	Lima <i>et al.</i> (1995) Senar (1996) Santos <i>et al.</i> (2002) Mundo Neto (2004) Vilckas (2004) Machado e Silva (2005) Vilckas e Nantes (2005) Aly Jr. <i>et al.</i> (2006) Filgueira (2008)
	<u>Institucionais e Serviços de apoio</u>	- acesso a assistência técnica e extensão rural (<u>ATER</u>) pública (EMATER e EPAGRI, por exemplo) ou privada. - <u>secretaria municipal de agricultura</u> ou casa da lavoura (SP). - <u>universidades</u> federais, estaduais, municipais e particulares; - <u>centros de pesquisa</u> (EMBRAPA e IAPAR, por exemplo); - <u>sindicatos rurais</u> (patronal e/ou trabalhadores); - <u>associação e/ou cooperativas</u> de produtores; - <u>fornecedores de insumos</u> (sementes, mudas, adubos, por exemplo); - <u>crédito rural</u> (bancos, cooperativas de crédito, por ex.); - ONGs; - <u>pacotes tecnológicos</u> disponibilizados pelo setor de insumos; - <u>acesso a aluguel</u> , compra e assistência técnica em máquinas, equipamentos e implementos.	Souza <i>et al.</i> (1988) Vilckas (2004) Machado e Silva (2005) Vilckas e Nantes (2005)
	<u>Socioculturais (demográficos e sociais)</u>	- <u>população existente e suas principais características</u> (origem, raça, religião, distribuição por gênero, idade, renda, crescimento populacional, por exemplo). - <u>hábito de consumo alimentar</u> (aspectos históricos das culturas regionais: colonização, posse da terra, por exemplo); - <u>índices de alfabetização</u> (ou níveis de escolaridade) por faixas etárias, por gênero, por ex.; - <u>condições socioeconômicas da localidade</u> : PIB, renda <i>per capita</i> ; IDH-M (renda, escolaridade e expectativa de vida), PEA, taxa de desemprego, percentual da população	Souza <i>et al.</i> (1988) Hoffmann <i>et al.</i> (1992) Lima <i>et al.</i> (1995) Andriolo (2002) [1] Santos <i>et al.</i> (2002); Machado e Silva (2005) Aly Jr. <i>et al.</i> (2006)

	<p>pertencente a cada segmento sócio-econômico, condições de vida e estrutura de consumo;</p> <ul style="list-style-type: none"> - tipos de organização sindical e grau de participação sindical; - envelhecimento da população; - busca por segurança e por produtos mais saudáveis; - nível educacional do olericultor¹; - outras mudanças históricas ocorridas na sociedade. 	IBGE (2006)
<u>Tecnológicos</u>	<ul style="list-style-type: none"> - agrotecnologias disponíveis e/ou conhecidas que agregam valor; - padrões tecnológicos exigidos: possibilidades tecnológicas de manejar, por exemplo, o fluxo de água e a absorção dos nutrientes¹; - manejo integrado da planta e do ambiente, segundo uma visão holística da produção vegetal¹. 	Andriolo (2002) [1] Machado e Silva (2005) Vilckas e Nantes (2005)
<u>Características e preferências do produtor familiar</u>	<ul style="list-style-type: none"> - ser empreendedor (abertura para inovação) *; - participação de cursos de atualização *; - domina as principais técnicas de produção *; - sabe identificar a influência dos fatores edafoclimáticos sobre a produção *; - sabe planejar, implementar e gerenciar a produção anotando informações relevantes *; - avalia as condições de produção (andamento do processo produtivo) *; - participa de associações e/ou cooperativas *; - combate ou previne os efeitos colaterais como pragas, moléstias, doenças, insetos, plantas (ou ervas) daninhas utilizando técnicas apropriadas, respeitando os trabalhadores, meio ambiente e consumidor final*. - o que sabe cultivar (conhecimento técnico sobre cada espécie); - o que gosta de cultivar (preferências do olericultor); - necessidades e expectativas regionais ou locais da AF. 	Vilckas (2004) Vilckas e Nantes (2005) Variáveis dicotômicas [*]
<u>Características da propriedade ou do local de produção</u>	<ul style="list-style-type: none"> - tamanho da propriedade e área destinada às hortaliças (em ha); - recursos hídricos (disponibilidade e qualidade da água); - capacidade de uso dos solos; - estrutura da UPF (instalações, benfeitorias e tecnologias, por ex.). 	Lima <i>et al.</i> (1995) SENAR (1996)
<u>Recursos Humanos</u>	<ul style="list-style-type: none"> - mão de obra familiar disponível (produtor/proprietário/ administrador – e familiares); - mão de obra externa (com domínio das técnicas de produção pelos empregados permanentes ou temporários); - possibilidade de capacitação da mão de obra; - eficiência da mão de obra; - domínio das técnicas de produção pelo produtor e familiares (o que sabe de cultivar); - afinidade pela cultura (o que gosta de cultivar). 	Souza <i>et al.</i> (1988) Vilckas (2004) Vilckas e Nantes (2005)
<u>Subprodutos</u>	<ul style="list-style-type: none"> - obtenção e aproveitamento dos subprodutos (suinocultura + olericultura); - olerícola + gado bovino (em geral a AF tem a atividade de pecuária leiteira); - olerícola + avicultura (em geral a AF tem a integração com a agroindústria); - explorações competidoras, complementares ou suplementares; 	Souza <i>et al.</i> (1988) Filgueira (2008)

Informação	<ul style="list-style-type: none"> - como é realizada a busca de informação para subsidiar a tomada de decisão? qual a fonte destas informações? - existência de sistemas de informações gerenciais. 	<p>Buainain e Souza Filho (2001) Santos <i>et al.</i> (2002)</p>	
A G R O C L I M Á T I C O	Clima	<ul style="list-style-type: none"> - <u>temperatura do ar</u> (Tmax, Tmin, Tmed e variações ideais)^{1,2,3}; - <u>radiação solar</u> (quantidade e qualidade)^{1,2,3}; - <u>fotoperíodo</u> (comprimento do dia)^{1,2,3} - <u>insolação</u> (horas de brilho solar)^{1,2,3} - <u>precipitação pluviométrica</u> (chuvas, em mm); - <u>dias de chuva</u> (média histórica por mês e tendência, por exemplo); - <u>distribuição de chuvas</u> (histórico por mês e tendência, por ex.); - <u>evaporação</u>, transpiração e evapotranspiração; - <u>umidade relativa do ar</u>^{2,3}; - <u>ventos</u> (velocidade, direção predominante, barreiras, por ex.); - <u>geadas</u> (meses de ocorrência e frequência, por exemplo); - <u>outras intempéries climáticas</u> (granizos, veranicos, secas, chuvas em excesso, por ex.). 	<p>Hofmann <i>et al.</i> (1992) Souza <i>et al.</i> (1988) Lima <i>et al.</i> (1995) SENAR (1996) Sentelhas (2002) Santos <i>et al.</i> (2002) Andriolo (2002) [1] Puiatti e Finger (2005) [2] Vilckas e Nantes (2005) Fontes <i>et al.</i> (2005) Amaro <i>et al.</i> (2007) [3] Filgueira (2008)</p>
	Solo (atributos químicos, físicos, biológicos e topográficos)	<ul style="list-style-type: none"> - As classe de solos são organizadas por: Ordem, Subordem, Grupo (ou grandes grupos), Subgrupos, Família e Série. - condições físicas (presença de pedras, terrenos alagados, por ex.); - textura (arenosa; textura média: areno-argilosa ou argilo-arenosa; argilosa; muito argilosa e siltosa); - ordem de solo (argissolo, cambissolo, chernossolo, espodossolo, gleissolo, latossolo, luvisolo, neossolo, nitossolo, organossolo, planossolo, plintossolo e vertissolo); - fatores biológicos do solo (matéria orgânica, diversidade da fauna e flora do solo, por ex.); - quantidade (ou teor) de matéria orgânica; cobertura vegetal do solo; - nível de palhada (t/ha); - permeabilidade (sistema de drenagem); capacidade de armazenar água e nutrientes; - declividade; - pH; - profundidade; - arejado; - fertilidade natural (baixa, por exemplo); - grau de erosão, lixiviação, degradação ou poluição do solo. - uso de praticas conservacionistas (rotação de culturas, cobertura do solo, preparo do solo em nível, plantio em nível, faixas de retenção, plantio direto, terraceamento, curvas de nível, por ex.). 	<p>Souza <i>et al.</i> (1988) Raíces (2003) EMBRAPA (2006) Amaro <i>et al.</i> (2007) Marchi (2008) Filgueira (2008)</p>
	Água (atributos químicos, físicos e biológicos)	<ul style="list-style-type: none"> - <u>quantidade</u> disponível; - <u>qualidade química e biológica</u> da água para a irrigação (análise laboratorial da água); - <u>logística de transporte</u> (distância entre a fonte e o local de produção). - <u>intensidade e a distribuição de chuvas</u>. - <u>possibilidade de veranicos</u> (para a cultura não irrigada); - <u>monitorar a qualidade da água, durante a produção</u>; 	<p>Andriolo (2002) Filgueira (2008) Fontes <i>et al.</i> (2005)</p>

A G R O T E C N O L Ó G I C O	<u>Sistema de Cultivo</u>	<ul style="list-style-type: none"> - a campo; - em ambiente protegido com solo; - em ambiente protegido sem solo em hidroponia estrita; - em ambiente protegido sem solo em substrato; - <u>plantio direto (ou cultivo mínimo)</u>¹. 	Andriolo (2002) Madeira (2004) [1] Filgueira (2008) Fontes <i>et al.</i> (2005)
	<u>Sistema de irrigação</u>	<ul style="list-style-type: none"> - por sulco ou canais (gravidade ou infiltração); - por aspersão ou microaspersão; - por gotejamento. 	Andriolo (2002) Amaro <i>et al.</i> (2007) Filgueira (2008)
	<u>Plasticultura</u>	<ul style="list-style-type: none"> - túneis cobertos por filmes de polietileno de baixa densidade; - casa de vegetação; - túneis baixos; - estufas plásticas;- uso de barreiras mecânicas (telas); - agrofilmes. 	Amaro <i>et al.</i> (2007) Rezende e Vidal (2008) Filgueira (2008)
	<u>Tecnologia e infraestrutura</u> (materiais, equipamentos e ferramentas)	<ul style="list-style-type: none"> - enxada, enxadão, ancinho, sacho, pá curva, regador, mangueira com esguicho para irrigação, mangueiras furadas, marcador de sulco, barbante, colher de transplante, transplantador, carrinho de mão, arado, grade, enxada rotativa, sulcador, faca, canivete; etc. - equipamentos de irrigação (tubos gotejadores, microaspersores, tubo de PVC com aspersores e pulverizador, conjunto de motobomba para irrigação); - benfeitorias e instalações (local para lavagem dos produtos, por exemplo); - trator e implementos como arado, roçadeira, grade, rotativa e encanteirador; - animais de trabalho (bois e cavalos, por ex.); - outras máquinas, equipamento e implementos; - utilização adequada e eficiente de máquinas, implementos e equipamentos. 	Santos <i>et al.</i> (2002) Vilckas (2004) Vilckas e Nantes (2005) Amaro <i>et al.</i> (2007)
	<u>Logístico</u>	<ul style="list-style-type: none"> - possibilidade de mecanização; - acesso à veículos para transporte de insumos e produção; - infraestrutura para o transporte e armazenamento adequados; - proximidade e tamanho do centro consumidor, da indústria ou do centro de distribuição; - disponibilidade de mão de obra treinada; - crédito rural, loja de insumos, por exemplo. 	Fontes e Pereira (2005)
	<u>Crédito rural</u> (canais de captação de recursos financeiros)	<ul style="list-style-type: none"> - direto e formal (recursos próprios); - direto e informal (parentes, amigos, agiotas, etc.); - formal: Programa governamental (PRONAF, BB, por ex.); - formal: Sistema de crédito cooperativo (Cresol, por ex.); - indireta: fornecedores de insumos, canais de distribuição (compradores da produção familiar, agroindústrias, atravessadores). 	Maluf (1995) Mundo Neto (2004)
	<u>Biológico</u>	<ul style="list-style-type: none"> - potencial genético da cultivar; - utilização de sementes ou mudas de alto padrão de qualidade; - especificidade biotecnológica de cada cultivar (variedade), isto é, tempo e época de produção bem definidos; - ciclo vegetativo das oleráceas, isto é, ciclo de vida do produto; - <u>única colheita ou várias colheitas</u> (depende de cada olerácea); 	Souza <i>et al.</i> (1988) SENAR (1996) Amaro <i>et al.</i> (2007) Rezende e Vidal (2008) Filgueira (2008)

		<ul style="list-style-type: none"> - admite substituto ou similar; - <u>sazonalidade</u> (dependência das estações ou meses do ano); - incidência de doenças, pragas, ervas daninhas, entre outras limitações; - <u>possibilidades de sucessão cultural</u> (rotação ou consorciação de culturas); - melhoramento genético; - índices técnicos para cada produto (Emater-DF, por exemplo). 	
	<u>Outros/Diversos</u>	<ul style="list-style-type: none"> - manejo cultural exigido pela espécie; - uso de cobertura morta do solo com palhas ou plásticos; - <u>uso de obstáculos como quebra-vento (barreiras vegetais)</u>; - sementes ou mudas (disponibilidade e qualidade); - adubação (química, orgânica, verde ou foliar); - fertilizantes; - pulverização; - fertirrigação; - técnicas de reprodução (enxertia, por exemplo); - associação de culturas (consórcio de culturas) - <u>rotação de culturas</u>; rotação de tipos de cultivo e de tratos culturais; - pousio ou rodízio de repouso de uma faixa de solo; - rastreabilidade da produção; - manejo integrado de planta e ambiente; - análise foliar da planta; - biofertilizantes; - produtos naturais ou de preparo caseiro no auxílio do controle de pragas e doenças (calda de fumos e extrato de folha de nim, por ex.) - outros insumo ou práticas agrícolas. 	<p>Andriolo (2002) Fontes <i>et al.</i> (2005) Amaro <i>et al.</i> (2007) Rezende e Vidal (2008) Filgueira (2008)</p>
M E R C A D O L Ó G I C O	<u>Canais de distribuição</u>	<ul style="list-style-type: none"> - entrepostos públicos (CEASAs e CEAGESP, por exemplo); - processadoras de alimentos (indústrias); - atacados privados; - feiras livres locais (por vezes amparadas por programas governamentais); - feiras limpas (venda de produtos minimamente processados); - venda direta (cestas de hortaliças, por exemplo); - hotéis e hospitais privados; - refeições coletivas (restaurantes, redes de <i>fast food</i> e cozinhas industriais: refeições/convênio, refeições coletivas/autogestão e refeições coletivas/terceirização); - mercados, supermercados, hipermercados ou redes; - sacolões, varejões ou quitandas; - programas governamentais de aquisição de alimentos da AF (programa de merenda escolar, creches, hospitais públicos, presídios, entidades beneficentes e assistenciais (asilos, APAEs, por ex.), restaurantes populares, fome zero, por exemplo); - mercados sobre caminhões; - atravessadores (podendo ser outros produtores). 	<p>Neves (1999) Machado (2004) Machado e Silva (2005) Amaro <i>et al.</i> (2007)</p>

<p align="center"><u>Mercado</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - oferta atual (estoque, produção e importação de outras regiões) e sua tendência. Informações de oferta de cada olerácea (nível de produção regional e saturação da oferta, existência de produto substituto, potencial de produção/venda, etc.); - demanda atual (consumo local e regional ou interno e exportação) e sua tendência. Informações de demanda de cada produto olerícola (identificação dos clientes potenciais, sazonalidade de consumo do produto, nível de exigência de qualidade, preço histórico e atual, quantidade mínima exigida pelo comprador, etc.); - comportamento atual e histórico dos preços recebidos, tendência; - tendência de evolução dos preços dos insumos e dos produtos: identificação do padrão sazonal de preços esperado para o produto; - condições de escoamento da produção (logística/transporte). 	<p>Souza <i>et al.</i> (1988) Lima <i>et al.</i> (1995); SENAR (1996); Vilckas (2004); Machado (2004) Vilckas e Nantes (2005)</p>
<p align="center"><u>Preferências dos consumidores</u> (canais de distribuição)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - aparência (aspecto visual): tamanho, ausência de defeitos, firmeza e uniformidade de cor; - ausência de resíduos químicos; - produtos minimamente processados (hortaliças lavadas, sanitizadas, secas, higienizadas, picadas ou cortadas e acondicionadas em pequenas embalagens); - algumas características desejáveis do produto depende do canal de distribuição; - outras características ou atributos desejáveis; 	<p>Amaro <i>et al.</i> (2007)</p>
<p align="center"><u>Custos de Produção</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - preço atual, histórico e tendência dos insumos comprados e dos produtos a serem comercializados. Deve-se observar a evolução do preço dos insumos para a região em análise. Historicamente, aumenta-se 5% sobre a safra anterior. - necessidade de recursos hídricos adicionais (irrigação); - custo das sementes ou mudas; - manejo cultural de cada cultivar (ou variedade); - mão de obra necessária; - máquinas e equipamentos necessários. - custos de produção: dependendo da espécie, região e época de cultivo, os níveis de investimento podem variar de US\$ 1 mil a US\$ 5 mil por hectare (VILELA e HENZ, 2000). - Receitas: Quanto ao potencial de receita para o produtor, em condições normais de mercado, as hortaliças proporcionam receitas líquidas por hectare muito superiores a qualquer outro cultivo temporário. Estima-se que as hortaliças geram uma renda de US\$ 2 mil a US\$ 25 mil por hectare, enquanto as culturas tradicionais alcançam menos de US\$ 500 por hectare (SAASP, 1997). 	<p>Hoffmann <i>et al.</i> (1992) Lima <i>et al.</i> (1995) Di Dominico e Lima (1995) Senar (1996) Vilela e Henz (2000) Santos <i>et al.</i> (2002) Queiroz (2004) Queiroz e Batalha (2005)</p>

Figura B.1 – Fatores (e suas variáveis) intervenientes no processo de tomada de decisão

Fonte: Elaborada pelo autor

Apêndice C – Resultados da Análise SWOT

Este apêndice busca ajudar o olericultor familiar a realizar um autodiagnóstico da propriedade, do sistema de produção, do mercado local e do seu entorno, isto é, elaborar um diagnóstico do empreendimento olerícola por meio da análise SWOT (*Strengths* – pontos fortes; *Weaknesses* – pontos fracos; *Opportunities* – oportunidades e *Threats* – ameaças). Esta análise levantou os principais pontos fortes e oportunidades, e pontos fracos e ameaças da produção olerícea no município, e, desta forma, contribui para a formação da base de conhecimento necessária para o planejamento estratégico da atividade olerícola, buscando redução nos custos e ampliação da produção. Os principais resultados encontrados são relatados a seguir:

- **Pontos Fracos**

Na maioria das UPFs visitadas há baixa profissionalização do setor produtivo: baixo nível tecnológico; baixa capacitação técnica dos proprietários, familiares e funcionários; baixo conhecimento gerencial dos proprietários e assistência técnica agrônômica deficiente ou inexistente. A baixa atividade intelectual associada à baixa escolaridade do produtor rural são um forte entrave para a evolução qualitativa da olericultura nacional (IBGE, 2009). Os produtores de baixa escolaridade se vêem confrontados com tecnologias altamente sofisticadas, para as quais não estão preparados (ANDRIOLO, 2002). Além disso, sem orientação agrônômica (engenheiros e técnicos), os produtores têm dificuldades em aproveitar as tecnologias disponíveis para a produção olerícea.

O processo de comercialização de hortaliças é complexo para os olericultores familiares, dada a falta de conhecimento administrativo-financeiro e de treinamento gerencial, dificuldade de organização em associações ou cooperativas e falta de um planejamento de produção adequado para oferecer produtos de acordo com a necessidade do mercado. Além disso, de acordo com os olericultores, parte da produção entregue e não comercializada nos supermercados deve ser retirada e substituída, arcando com todos os prejuízos (custo de produção, embalagens e transporte, por exemplo). Desta forma, além de arcar com as perdas oriundas do processo produtivo, seja por problemas climáticos, doenças ou erros no planejamento, os produtores acabam arcando com as perdas ocorridas pós-venda, onerando a produção e, por conseguinte, reduzindo os lucros. Assim, ocorrem conflitos entre os distribuidores e produtores quanto à devolução de produtos não vendidos. Em alguns casos as perdas no ponto de venda podem ultrapassar 25% ao mês, quando a meta gira em torno de 10%.

Demais pontos fracos relevantes são: (i) produção aquém de seu potencial, devido a falta de assistência técnica, mão de obra e planejamento; (ii) a distância entre a unidade produtora e o ponto de venda, bem como o reduzido volume comercializado, significam dificuldades operacionais e custos financeiros no transporte. Existem produtores que residem a 2,5 km do centro, enquanto outros produzem a 28 km; (iii) propriedades com infraestrutura física (máquinas, equipamentos e benfeitorias, por exemplo) deficiente. A maioria dos produtores tem nível baixo em tecnologia; (iv) falta de projeto e planejamento econômico da produção. A análise crítica dos dados não ocorre, pois não há prática de registro nem mesmo em papel; (v) início da atividade sem prévia pesquisa de mercado. Em geral, não buscam informações sobre necessidades dos clientes e requisitos de legislação; (vi) ausência de incentivo governamental na obtenção de recursos financeiros para custeio de acordo com as especificidades da atividade; (vii) falta de análise de água utilizada para o sistema de irrigação; (viii) falta de cultivares e híbridos adaptados à região; (ix) dificuldade na contratação de mão de obra externa; (x) oscilações da qualidade e quantidade fornecidas; (xi) manejo inadequado do solo, facilitando a lixiviação e a erosão; (xii) aplicação inadequada de calcário e de adubos químicos ou orgânicos, por vezes em excesso; (xiii) utilização indiscriminada e abusiva de defensivos por parte de alguns olericultores; (xiv) inexistência de cooperativa ou associação de olericultores; (xv) na feira livre (mercado do produtor) os boxes são pequenos; (xvi) a maioria dos feirantes possui idade superior a 50 anos; e (xvii) a produção dos feirantes é irregular, em geral, produzem na mesma época produtos semelhantes. Em alguns momentos há falta de vários produtos e sobra de outros.

- **Pontos Fortes:**

A maioria dos olericultores do município possui *banner* e selo próprio de identificação do produto. Para os especialistas consultados é uma valiosa estratégia de *marketing*, pois proporciona conhecimento e consolidação do nome (marca) na localidade ou região (SOUZA *et al.*, 2006). Neste sentido, recomenda-se que os olericultores procurem colocar “sobrenome” nas hortaliças produzidas (FONTE e SILVA, 2005).

De acordo com os olericultores entrevistados, cerca de 80% dos produtos comercializados na feira livre são produzidos pelo próprio olericultor, demonstrando a importância deste espaço, que proporciona aos AFs a venda de seus produtos diretamente ao consumidor (MASUTTI, 2005). Além disso, alguns produtos comercializados no mercado do produtor são minimamente processados, o que favorece a agregação de valores.

Outros pontos fortes que merecem destaque são: (i) as UPFs são bem abastecidas de água e energia e com boa via de acesso (SOUZA *et al.*, 2006). Além disso, a irrigação ocorre

com água de fontes naturais nascente nas UPFs; (ii) facilidades logísticas: a maioria dos olericultores tem o local de produção próximo ao centro consumidor. A proximidade dos centros consumidores oferece ao produtor a oportunidade de efetuar a venda diretamente ao consumidor (SOUZA *et al.*, 2006); (iii) comercialização de hortaliças nos programas sociais e na merenda escolar (PAA/CONAB e compra de no mínimo 30% da AF para merenda escolar), a exemplo do que ocorre com os países desenvolvidos (NEVES *et al.*, 2006); (iv) em geral, os consumidores têm confiança na qualidade dos produtos comercializados pelos olericultores familiares; (v) terras com boa fertilidade (principalmente latossolos vermelho argilosos); (vi) diversidade de sistemas produtivos: campo aberto, cultivo protegido (casas de vegetação), cultivo mínimo (plantio direto) e cultivo em hidroponia estrita; (vii) não tem ocorrido perda da produção por falta de consumidores. Esta realidade é acentuada para os produtos orgânicos; (viii) baixa dependência de intermediários para a comercialização da produção; (ix) os canais de distribuição mais utilizados são os que aproximavam produtores e consumidores (mercado do produtor e supermercados); (x) ter bom conhecimento das culturas cultivadas: ampla experiência técnica na atividade olerícola. “Como produzir” baseado na tradição (considerando que aplicam técnicas corretamente); (xi) gostar da atividade que exerce: na pesquisa de Masutti (2005) com todos os feirantes de Pato Branco/PR, somente 4% declararam já ter pensado em abandonar a atividade, pois acreditam em um futuro melhor; (xii) na feira livre os olericultores utilizam uniformes brancos padronizados. A feira livre conta com banheiros, pias individuais nos boxes e estacionamento; (xiii) cumprimento de prazos, em dias e horários combinados; (xiv) na feira livre, os produtos convencionais e orgânicos são comercializados em um mesmo local; e (xv) clientela já bem definida para os seus produtos.

- **Ameaças**

As principais ameaças à olericultura são: (i) perdas significativas por eventos climatológicos. Inverno com frio intenso e verão com altas temperaturas, por exemplo; (ii) produção em épocas coincidentes com as dos vizinhos (COSTA, 2005), por vezes, devido a falta de planejamento da produção; (iii) excesso de oferta de alguns produtos em determinada época do ano; (iv) ausência de políticas governamentais (leis trabalhistas e linhas de crédito para custeio, por exemplo) específicas para o setor de hortaliças; (v) altos índices de perdas pós-colheita; (vi) alta dispersão de preços ao longo do ano, gerando instabilidade nas margens da atividade; (vii) presença de atravessadores e atacadistas; (viii) informalidade nos compromissos de entrega da produção; (ix) trabalhar isoladamente; (x) alguns olericultores negligenciam o risco de atuar com um único canal de distribuição, não considerando a

dependência que desenvolvem de um único agente; (xi) forte incentivo à informalidade: elevada carga tributária, leis trabalhistas e ambientais inadequadas (NEVES *et al.*, 2006), senso comum entre os olericultores entrevistados; e (xii) envelhecimento dos olericultores familiares. A tendência de envelhecimento da população rural dessa região pode ser justificada pela migração para a cidade daqueles que buscam ampliar seus níveis de escolaridade e posteriormente não retornam ao meio rural. Em geral, os filhos saem para estudar e não retornam por não vislumbrar um futuro promissor para a atividade. Além disso, cerca de 80% dos feirantes tem idade entre 41 a 60 anos e sendo que 85% tem escolaridade máxima o primeiro grau e renda insuficiente para iniciar uma nova atividade (MASUTTI, 2005) se assim o desejarem.

- **Oportunidades:**

As principais oportunidades que se apresentam à olericultura são: (i) planejar formalmente a produção; (ii) vender produtos orgânicos, pois a demanda é maior do que a produção; (iii) explorar segmentos do mercado com o desenvolvimento de produtos especiais (minimamente processados, por exemplo); (iv) atender nichos de mercado, devido a mudança no hábito alimentar da população para dietas de baixa caloria e alto valor nutricional; (v) vender diretamente ao consumidor (cestas de hortaliças e frutas, por exemplo); (vi) vender na propriedade, aliada com turismo rural; (vii) ampliar a produção, pois parte das hortaliças consumidas em Pato Branco advém de outras regiões (Região Metropolitana de Curitiba, por exemplo), estados (São Paulo e Minas Gerais, por exemplo) e países (Argentina e Chile, por exemplo); e (viii) realizar campanhas de esclarecimento, conscientização e divulgação ao público consumidor, fornecendo elementos que auxiliem no incremento da produção e comercialização, tais como: programas de incentivo do consumo de hortaliças nas escolas, campanhas publicitárias para divulgação da feira livre e da produção orgânica.

Além do exposto anteriormente, ainda é preciso estabelecer: (i) incentivo e fortalecimento do sistema cooperativo (NEVES *et al.*, 2006), incentivo ao associativismo vertical (diversos elos da cadeia produtiva), formação de novas cooperativas e arranjos produtivos locais (APLs). O olericultor precisa participar ou criar um “Grupo de Desenvolvimento Local”; dificilmente irá crescer se atuar de forma isolada; apenas irá sobreviver. Portanto, é necessário buscar o desenvolvimento regional do negócio olericultura (FONTES, 2005); (ii) estabelecer regionalmente programas de capacitação técnica dos produtores: disponibilidade de informação aos produtores, programa de capacitação administrativa e gerencial do produtor, melhoria da assistência técnica aos produtores, desenvolvimento de linhas especiais de créditos aos produtores, buscando reduzir a burocracia

para obtenção de crédito e incentivo ao investimento em equipamentos específicos para as hortaliças (NEVES *et al.*, 2006); e (iii) a AF é beneficiária de linhas especiais de crédito para investimento (sistemas de irrigação, casas de vegetação e câmaras frigoríficas, por exemplo).

Os resultados da análise SWOT obtidos junto aos olericultores patobranquenses seguem muito de perto os que se apresentam na literatura (QUEIROZ, 2004; VILCKAS, 2004; SOUZA FILHO e BATALHA, 2005; NEVES *et al.*, 2006; e BATALHA e BUAINAIN, 2007). Por fim, merece ser mencionado o fato de não existir estudo sobre a cadeia de produção olerícola em Pato Branco e no Sudoeste do Paraná.

Apêndice D – Recursos Produtivos da UPF

Assinale os recursos produtivos disponíveis na UPF e que podem ser utilizados para a produção das oleráceas. São relacionados os recursos agrotecnológico e de infraestrutura, tais como: área disponível; instalações; máquinas, equipamentos e implementos agrícolas; veículos; ferramentas; e recursos de capacidade (humanos, hídricos e financeiros).

ASSINALE (Legenda: <input checked="" type="checkbox"/> SIM; <input type="checkbox"/> NÃO)	Quantidade
<input checked="" type="checkbox"/> Área disponível para a produção de hortaliças, medida em m ²	
<input type="checkbox"/> Trator	
<input type="checkbox"/> Microtrator	
<input type="checkbox"/> Animais de tração	
<input type="checkbox"/> Enxada rotativa	
<input type="checkbox"/> Rotoencanteirador	
<input type="checkbox"/> Arado	
<input type="checkbox"/> Grade	
<input type="checkbox"/> Sulcador	
<input type="checkbox"/> Carrinho de mão	
<input type="checkbox"/> Tanque para lavagem	
<input type="checkbox"/> Pulverizador costal	
<input type="checkbox"/> Pulverizador estacionário	
<input type="checkbox"/> Tanque para pulverização	
<input type="checkbox"/> Casa de vegetação ou túneis (popular estufa)	
<input type="checkbox"/> <i>Packing house</i> (galpão para beneficiamento e acondicionamento)	
<input type="checkbox"/> Câmara frigorífica	
<input type="checkbox"/> Sistema de irrigação	
<input type="checkbox"/> Água em abundância (estimar o volume em L). Obs.: 1 m ³ = 1.000 L	
<input type="checkbox"/> Veículo para o transporte de insumos e da produção	
<input type="checkbox"/> Recursos humanos (interna e externa: homens, mulheres e jovens aprendizes)	
<input type="checkbox"/> Recursos financeiros (próprio e de terceiros)	
<input type="checkbox"/> Recursos hídricos (quantidade, qualidade e distância)	
<input type="checkbox"/> Principais ferramentas: pá, enxada, enxadao, ancinho, sacho, marcadores....	

Apêndice E – Filtros Excluidores

A sistemática de atuação do processo de filtragem pode ser toda visual: apresenta-se o *portfólio* e um filtro, em seguida, elimina-se as inadequadas segundo este filtro. Na sequência, oferece-se somente as culturas restantes para sofrer o crivo do próximo filtro. Elimina-se novamente as inadequadas segundo este filtro. Esta sistemática deve ser repetida até aplicar todos os filtros propostos. As restantes são recomendadas para a produção (se restarem poucas) ou são submetidas ao processo de otimização via pesquisa operacional (MPSP). A Figura E.1 apresenta uma relação completa dos filtros excluidores que foram desenvolvidos para o processo de filtragem do SPPO. Ressalta-se que novos filtros excluidores podem ser propostos pelo usuário, porém, é necessário a definição da forma de atuação do mesmo.

FILTROS	Objetivo principal ou tarefa	Categoria
1. Filtro CD (Canais de Distribuição) ¹	Eliminar canais inadequados (TELA 1)	Canal
2. Filtro DE (DEMANDA) ²	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
3. Filtro EN (Exigências e/ou Necessidades) ³	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
4. Filtro RHu (Recursos Humanos) ^{4,7}	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
5. Filtro RHi (Recursos Hídricos) ^{5,7}	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
6. Filtro RFi (Recursos Financeiros) ^{6,7}	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
7. Filtro TS (Tipo de Solo) ⁸	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
8. Filtro pH (pH do Solo) ⁹	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
9. Filtro IN (INSUMOS) ¹⁰	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
10. Filtro RAg (Recursos Agrotecnológicos) ¹¹	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
11. Filtro CP (Conhecimento e/ou Preferências) ¹²	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
12. Filtro AP (APOIO) ¹³	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
13. Filtro MI (MICROLIMA) ¹⁴	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
14. Filtro PE (PERENE) ¹⁵	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
15. Filtro EE (Economia de Escala ou Exportação) ¹⁶	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
16. Filtro FP (Forma de Propagação) ¹⁷	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
17. Filtro ES (Ecológico-Sustentável) ¹⁸	Elimina as restrições correspondentes no MPSP (TELA 3)	Restrições
18. Filtro ST (<i>STOCK</i>) ¹⁹	Eliminar as restrições correspondentes no MPSP (TELA 3)	Restrições
19. TO (TOPOGRAFIA) ²⁰ ou relevo do terreno)	Eliminar hortaliças inadequadas, segundo este filtro (TELA 2)	Hortaliça
20. Outros (o usuário pode defini-lo)	Inclusive define sobre a sua forma de atuação.	Classificar

Figura E.1 – Filtros excluidores

Fonte: Elaborada pelo autor

Esta etapa do processo de filtragem pode ser feito com uma folha de papel, contendo o nome e uma foto de cada hortaliça do *portfólio* inicial, composto por 60 produtos oleráceos. Para aplicar o processo de filtragem do SPPO, pode-se proceder da seguinte forma: (i) efetuar a leitura do filtro e de sua sistemática de atuação; (ii) riscar as hortaliças inadequadas, segundo o filtro em análise; (iii) segue o processo até que todos os filtros propostos tenham sido aplicados; e (iv) as hortaliças restantes são recomendadas para a produção (se restarem poucas) ou são submetidas ao processo de otimização (MPSP). Desta forma, busca-se recomendar a combinação de hortaliças que deve ser produzida buscando maximizar a receita líquida respeitando os recursos produtivos disponibilizados de forma imediata pela UPF. Ressalta-se que algumas hortaliças podem ser eliminadas por diversos filtros. No entanto, a

eliminação por um filtro já implica em exclusão do *portfólio* da UPF. Desta forma, o conhecimento e as preferências do olericultor atuam sobre os filtros.

Uma pesquisa de mercado deve ser realizada pelo olericultor para identificar os potenciais canais de distribuição da produção e as demandas que são adequadas para serem atendidas. A escolha ocorre também pela afinidade do olericultor com cada hortaliça. O olericultor deve fazer uma análise das suas preferências, dos diferentes conhecimentos acumulados e dos aspectos culturais. Assim, busca-se elencar os canais e as hortaliças potenciais que tem maior afinidade. Por outro lado, se ocorrer de não restar nenhuma hortaliça, deve-se verificar se não foi excessivamente rigoroso na aplicação dos filtros. Neste caso, recomenda-se repetir todo o processo de filtragem. Se o resultado for sempre o mesmo, deve-se repensar se o agronegócio de hortaliças é o mais adequado ao produtor e a UPF em estudo.

As principais observações e/ou recomendações que devem ser consideradas para a aplicação desta etapa do processo de filtragem do sistema proposto são elencadas a seguir:

- ⁽¹⁾ Canais de distribuição: “equipamentos” utilizados para escoamento da produção olerícola. Deve-se selecionar os canais potenciais e eliminar os inadequados à realidade da UPF/olericultor;
- ⁽²⁾ Eliminar as hortaliças que não tem demanda local que justifique a sua produção do ponto de vista econômico. O filtro mercadológico analisa: (i) nível de produção/saturação do mercado; (ii) demanda/cultural; (iii) necessidades/requisitos; e (iv) capacidade de produção/venda. Este filtro deverá ter uma dupla participação no processo de filtragem. A primeira como filtro exclutor, eliminando do *portfólio* as hortaliças que não têm demanda que justifiquem economicamente a sua produção. Por outro lado, a segunda refere-se como filtro redutor, restringindo a época de plantio para atender a demanda no momento adequado. Esta demanda pode ser variável ao longo do ano (sazonalidade), indicando quando o mercado deseja o produto (somente no verão, por exemplo). Portanto, busca-se contemplar as especificidades locais no consumo das hortaliças e que o olericultor tem conhecimento empírico sobre a atuação do mercado. Espécies com pequena demanda (couve-rábano, por exemplo): testar a aceitabilidade do produto;
- ⁽³⁾ Observar a quantidade e a qualidade mínima exigida pelos canais de distribuição para cada olerácea, isto é: exigências e normas de mercado;
- ⁽⁴⁾ Eliminar as hortaliças que não podem ser produzidas por exigir mão de obra familiar ou externa superior a quantidade disponível na UPF;

- (5) A água disponível é limitante em quantidade e/ou qualidade? Analisar a disponibilidade de água e eliminar as hortaliças que não podem ser produzidas por exigir quantidade e qualidade de água superior à disponível na UPF. A distância entre a fonte de água e a horta também pode inviabilizar a produção. Portanto, deve-se ter água em abundância e com distância adequada;
- (6) Analisar o capital disponível para custeio e o custo de produção de cada olerácea e eliminar as inadequadas, segundo este fator;
- (7) Busca-se eliminar as hortaliças que não podem ser produzidas por restrições de capacidade (RHu, RHi e RFi);
- (8) Determinar o tipo de solo pelo resultado da análise laboratorial do solo e excluir as hortaliças inadequadas, segundo este fator;
- (9) Determinar o pH do solo pelos resultados da análise laboratorial do solo e excluir as hortaliças inadequadas, segundo este fator;
- (10) Eliminar as hortaliças que o produtor não tem acesso aos insumos produtivos necessários (sementes, mudas, fertilizantes e defensivos, por exemplo);
- (11) Em RAg, inclui-se os recursos agrotecnológico e de infraestrutura, também conhecido como RAI, inclui a disponibilidade na UPF de máquinas, equipamentos, implementos, veículo e infraestrutura produtiva necessária (*packing-house* e câmara frigorífica, por exemplo). O filtro agrotecnológico também desempenha um papel duplo. A primeira como filtro exclutor, eliminando do *portfólio* as hortaliças que não podem ser produzidas pela falta de tecnologia adequada (sistemas de produção, máquinas e equipamentos, por exemplo). Por outro lado, a segunda refere-se como filtro redutor, restringindo a época de plantio à adequada de acordo com os recursos disponíveis para a produção. Exemplificando, sem um sistema de irrigação eficiente (sistema e água disponível), poderá produzir em parte restritiva do ano. Da mesma forma, sem o cultivo protegido, algumas culturas podem ser produzidas em períodos reduzidos do ano;
- (12) Eliminar as hortaliças que o olericultor não tem conhecimento do processo produtivo (domínio das técnicas de produção pelo produtor, familiares ou empregados permanentes) ou não gostar de cultivá-las (afinidade com a produção da olerácea analisada);
- (13) Verificar a existência e disponibilidade das instituições de apoio em prestar assistência ao olericultor (ATERs e SMA, por exemplo) e a presença de cooperativa e/ou associações de produtores no município, que podem adquirir os insumos ou comercializar a produção de forma conjunta;

- ⁽¹⁴⁾ Utilizar o conhecimento prático do olericultor sobre o microclima da UPF e eliminar as hortaliças que o produtor julgar não ter clima adequado para a sua produção do ponto de vista técnico e/ou econômico;
- ⁽¹⁵⁾ Eliminar as hortaliças perenes, pois o horizonte de planejamento do SPPO é de somente um ano. Se o olericultor desejar produzir as hortaliças perenes, deve-se excluir os recursos produtivos necessários a sua produção do total disponível. Este filtro também deve ser aplicado às culturas para exportação. Segundo Filgueira (2008), as principais olerícolas perenes são: (i) aspargo (até 10 anos); (ii) chuchu (+ de 1 ano: 5 anos); (iii) taioba (+ de 1 ano); (iv) alcachofra (até 7 anos: em geral de 4 a 7 anos). Além disso, algumas hortaliças são plantas perenes, porém cultivadas como culturas anuais e esta última situação é a considerada no SPPO: tomate, morango, couve-de-folha, cebolinha, pimentão, pimenta, berinjela, batata-doce, agrião-de-água (semi-perene). Problemas de produzi-las como perene é o excesso de pragas e doenças que atacam as plantas, reduzindo drasticamente a sua produção, inviabilizando-a tecnicamente e economicamente;
- ⁽¹⁶⁾ Eliminar as hortaliças que exigem economia de escala para justificarem a sua produção, exigir altos investimentos iniciais e/ou são produtos de exportação;
- ⁽¹⁷⁾ eliminar as hortaliças que não se dispõem de materiais propagativos (sementes ou mudas, por exemplo);
- ⁽¹⁸⁾ Sucessão cultural imediata com espécies de diferentes famílias botânicas, inclusão de uma cultura para adubação verde e inclusão de um período de 4 semanas para o pousio. Ressalta-se que se deve escolher uma, todas ou nenhuma destas opções;
- ⁽¹⁹⁾ Verificar a possibilidade de estocar as oleráceas pela existência de câmara frigorífica na UPF e/ou associação e/ou cooperativa de produtores, sempre considerar a perda associada a esta agrotecnologia; e
- ⁽²⁰⁾ Topografia do terreno (inclinação): se a espécie for exigente em irrigação e o sistema for de aspersão convencional. A declividade do solo não é determinada pela análise de solo, porém pode ser determinada pela utilização de equipamentos topográficos. Demais filtros possuem justificativas análogas às apresentadas.

Apêndice F – Filtros Redutores

O desempenho de cultivares de hortaliças depende de sua carga genética e a interação entre vários fatores do ambiente, tais como: temperatura, umidade, solo, adubação e presença de pragas e doenças. Assim, sob determinadas condições, comportamento, desempenho e características da planta (frutos, raízes, bulbos e folhas) pode sofrer variações relativamente grandes. Portanto, as informações utilizadas no SPPO foram obtidas em condições ideais de desenvolvimento de cada cultivar pelas empresas produtoras de sementes.

Para um bom desenvolvimento, cada espécie de hortaliça exige condições edafoclimáticas diferenciadas. Os catálogos das firmas produtoras de sementes de hortaliças apresentam a época de plantio de cada cultura. No entanto advertem: “para a correta recomendação da época de plantio, deve-se considerar aspectos de microclima regional e as características de cada cultivar”. Neste sentido, a época de plantio de cada uma das culturas do *portfólio* do SPPO ocorreu por meio dos resultados do processo de filtragem que teve como um dos objetivos confrontar as necessidades das plantas com as condições que irão encontrar em campo. O SPPO busca observar a aclimação local (banco de dados agroclimáticos como base) de cada espécie pela interferência do olericultor durante todo o processo de seleção de culturas para compor a combinação de hortaliças que devem ser produzidas.

Os filtros redutores realizam o *match* entre as exigências da cultura e as disponibilidades na localidade. O *output* deste *match* são as semanas mais adequadas ao plantio de cada cultura. Desta forma, busca-se reduzir os riscos agroclimáticos. Os filtros redutores propostos no SPPO são apresentados na Figura F.1.

FILTROS	Objetivo principal ou tarefa
1. Filtro TC (Tipo de Canal) ¹	Restringe a época de plantio
2. Filtro SP (Sistema de Produção)	Restringe a época de plantio
3. Filtro TE (Temperaturas do ar) ²	Restringe a época de plantio
4. Filtro UR (Umidade relativa do ar)	Restringe a época de plantio
5. Filtro RSg (Radiação Solar Global)	Restringe a época de plantio
6. Filtro GE (Geadas)	Restringe a época de plantio
7 Filtro FO (Fotoperíodo) ³	Restringe a época de plantio
8 Filtro ME (Mercadológico)	Restringe a época de plantio (demanda sazonal: o mercado decide quanto quer)
9 Filtro AG (Agrotecnológico)	Restringe a época em que pode produzir. Uma UPF sem sistema de irrigação, produzirá em parte restritiva do ano.
10 Outros (o usuário pode defini-lo)	Inclusive define sobre a sua forma de atuação.

Figura F.1 – **Filtros redutores**

Fonte: Elaborada pelo autor

As principais observações e/ou recomendações que devem ser consideradas para a aplicação desta etapa do processo de filtragem do sistema proposto são elencadas a seguir:

- ⁽¹⁾ O tipo de canal de distribuição também atua como um filtro redutor. Exemplificando: ao comercializar a produção olerícola para a merenda escolar (PNAE/MEC/AF), o período de compra se restringe ao período escolar (200 dias letivos), distribuídos em duas etapas (em geral, início de fevereiro a meados de julho e início de agosto a meados de dezembro);
- ⁽²⁾ Cada espécie botânica cultivada como hortaliça e cada cultivar comercial apresentam suas exigências térmicas, isto é, uma faixa climática mais propícia em cada etapa do ciclo. Cada espécie possui exigências diferenciadas em relação a temperatura ideal para germinação. A literatura apresenta as faixas médias para cada espécie. Por outro lado, nas embalagens de sementes são detalhadas informações por cultivares comerciais. A temperatura ótima para a maioria das plantas é próxima a 25 °C. Nesta faixa de temperatura as plantas realizam com muita eficiência a fotossíntese: que é o processo pelo qual as plantas produzem energia para crescer. No SPPO, busca-se explorar de forma adequada as características e peculiaridades ambientais da localidade. Isto implica em indicar as semanas mais indicadas ao plantio durante o ano planejado; e
- ⁽³⁾ A variação no período luminoso denomina-se “fotoperiodismo”, ao qual algumas hortaliças, especialmente aliáceas (alho, alho-porró, cebola e cebolinha), são muito sensíveis. Em cebola e alho, somente ocorre a formação de bulbos quando os dias apresentam duração acima de um número mínimo de horas de luz — fotoperíodo crítico, característico de cada cultivar. Do ponto de vista prático, o fotoperíodo torna-se fator limitante somente na produção de poucas espécies oleráceas, destacando-se o caso peculiar da cebola e do alho (FILGUEIRA, 2008). Em outras espécies, o fotoperiodismo afeta menos o desenvolvimento da planta, bem como a produção. Em condições de campo, no centro-sul, a maioria das espécies oleráceas comporta-se como pouco sensível à variação fotoperiódica, ou mesmo indiferente, no caso das culturas de feijão-vagem e de tomate, por exemplo. A alface exige fotoperíodo longo e temperatura elevada para ocorrer o florescimento e a formação de sementes. Entretanto, esta opção não pertence ao escopo do SPPO.

Os estudos de zoneamento do SPPO (efetuado durante o processo de filtragem) permitem ao olericultor decidir sobre qual hortaliça plantar, em que período (semanas) e em que localidade (em função da declividade e orientação do terreno), com menor exposição a eventos climáticos adversos nas fases mais sensíveis ao desenvolvimento das hortaliças. Desta

forma, busca-se reduzir o estresse ambiental, plantando as hortaliças na época mais adequada. Assim, a época de plantio deve ocorrer de acordo com o microclima local. Exemplificando: a germinação das sementes depende da temperatura do solo e das condições químicas, físicas e biológicas do solo, ou seja, a temperatura do solo/substrato influi decisivamente na germinação das sementes. Além disso, cada espécie possui exigências diferenciadas em relação a temperatura ideal para germinação. Dentro dos limites de temperatura exigidos pela espécie, sempre que a temperatura for mais baixa, a germinação será mais lenta e desuniforme. Por outro lado, para a produção de mudas, utilizando-se de modernas agrotecnologias, a germinação ocorre em função da temperatura do substrato: a semente tem uma temperatura ótima de germinação. Quanto mais próximo desta temperatura ideal, mais rápida é a germinação. A demora na germinação prejudica a qualidade e a produtividade da cultura e interfere decisivamente na uniformidade do crescimento/desenvolvimento da planta.

No estudo de Santos *et al.* (2007), foi definido, $I_i = [C_i, T_i]$, como intervalo em que a cultura i pode iniciar seu plantio, em que C_i é o período mais cedo e T_i o período mais tarde. Na sequência para o planejamento do sequenciamento de cultivo foi respeitado este intervalo para a alocação das hortaliças.

Na Fase de filtragem do SPPO, algumas ampliações do modelo proposto por Santos *et al.* (2007), foram implementadas, como por exemplo: $I_i = I_{1i} \cap I_{2i} \cap I_{3i} \cap \dots \cap I_{\eta i}$; com $I_{1i} = [C_{1i}, T_{1i}]$, $I_{2i} = [C_{2i}, T_{2i}]$, $I_{3i} = [C_{3i}, T_{3i}]$, ..., $I_{\eta i} = [C_{\eta i}, T_{\eta i}]$, onde η é a quantidade de restrições (filtros) que são impostas no processo de filtragem. Mais especificamente, pode-se definir:

- I_{1i} : idem a Santos *et al.* (2007), isto é, recomendações agrotécnicas (época de plantio, ciclo cultural e família botânica, por exemplo);
- I_{2i} : restrições de ordem agroecológicas (época do ano em que o clima e o solo local é adequado) para a cultura i ;
- I_{3i} : restrições de ordem mercadológica (quando e quanto o mercado deseja a cultura i , canais, oferta, demanda e preço desta cultura, por exemplo);
- I_{4i} : restrições do olericultor (conhecimento e preferências sobre a cultura i). Ressalta-se que, mesmo tendo conhecimento ou preferência sobre uma hortaliça, o produtor pode desejar produzir em um período reduzido do ano. Isso ocorre, devido a realização de outras atividades agrícolas concomitantemente que, por vezes, concorrem a recursos produtivos comuns (MDO, por exemplo);
- I_{5i} : restrições de caráter agrotecnológicos sobre a cultura i (sistemas de produção, sistemas de irrigação, por exemplo). Em um primeiro momento, parece estranho esta variável

admitir um intervalo em que seja possível. A justificativa encontra respaldo, por exemplo, sobre o sistema de cultivo – cultivo em hidroponia estrita pode ser cultivada o ano todo. Por outro lado, uma cultura sem irrigação será possível somente em parte restritiva do ano;

- **I_{6i}**: restrições de mão de obra disponível para a cultura **i** (familiar e de externa). A mão de obra (familiar e externa) pode ser variável ao longo do ano;
- **I_{7i}**: restrições de ordem orçamentária (recursos financeiros próprios e de terceiros – crédito rural, por exemplo). Época do ano que terá os recursos produtivos a disposição; e
- **I_{8i}**: restrições relacionadas a existência de instituições/entidades de apoio (fornecedores de insumos, crédito, pesquisa, ATER, por exemplo), que podem ser fundamentais para a condução da atividade produtiva da cultura **i**. Época do ano em que há ATER disponível.

Apêndice G – Integração dos Filtros: Zoneamento Agroclimático da Alfaca

ALFACE	i	7	j	SEMANAS																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
PLANTIO	SEMANAS				SEMANAS DE PLANTIO: CONFRONTO ENTRE O PRECONIZADO																								
	a	b	c	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Literatura (h)	1	8	31	52	1	2	3	4	5	6	7	8																	
Temp. Extrem. Ideal (°C)	1	14	33	46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14											
Filtro - Intersecção 1	1	8	33	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	
Sem Geadas	1	13	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13												
Filtro - Intersecção 2	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	
UR (40 a 80%)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Filtro - Intersecção 3	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	
Rad Sol (3,6 a 20 MJ/m ² /dia)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Filtro - Intersecção 4	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	
Fotoperíodo (h)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Filtro - Intersecção 5	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	
Temperaturas médias (°C)	1	26	27	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Filtro - Intersecção 6	1	8	39	46	1	2	3	4	5	6	7	8																	

25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
PELA LITERATURA E AS CONDIÇÕES AGROCLIMÁTICAS DA LOCALIDADE (PATO BRANCO)																											
						31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
								33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46						
										33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46				
														39	40	41	42	43	44	45	46						
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
														39	40	41	42	43	44	45	46						
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
														39	40	41	42	43	44	45	46						
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
														39	40	41	42	43	44	45	46						
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
														39	40	41	42	43	44	45	46						

Apêndice H – Calendário do SPPO

Para adequar o ano civil com as 52 semanas do ano do SPPO foi necessário criar um calendário olerícola, detalhado na Figura H.1. Assim, para distribuir as 52 semanas aos 12 meses do ano, foi utilizada a seguinte sistemática. Cada trimestre ficou com 13 semanas: os dois primeiros meses de cada trimestre ficaram com 4 semanas cada e para o terceiro mês restaram 5 semanas.

<p style="text-align: center;"><u>Trimestre 01</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Semana 01: 01 de janeiro a 07 de janeiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 02: 08 de janeiro a 14 de janeiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 03: 15 de janeiro a 21 de janeiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 04: 22 de janeiro a 28 de janeiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 05: 29 de janeiro a 04 de fevereiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 06: 05 de fevereiro a 11 de fevereiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 07: 12 de fevereiro a 18 de fevereiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 08: 19 de fevereiro a 25 de fevereiro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 09: 26 de fevereiro a 04 de março <input checked="" type="checkbox"/> Semana 10: 05 de março a 11 de março <input checked="" type="checkbox"/> Semana 11: 12 de março a 18 de março <input checked="" type="checkbox"/> Semana 12: 19 de março a 25 de março <input checked="" type="checkbox"/> Semana 13: 26 de março a 01 de abril 	<p style="text-align: center;"><u>Trimestre 02</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Semana 14: 02 de abril a 08 de abril <input checked="" type="checkbox"/> Semana 15: 09 de abril a 15 de abril <input checked="" type="checkbox"/> Semana 16: 16 de abril a 22 de abril <input checked="" type="checkbox"/> Semana 17: 23 de abril a 29 de abril <input checked="" type="checkbox"/> Semana 18: 30 de abril a 06 de maio <input checked="" type="checkbox"/> Semana 19: 07 de maio a 13 de maio <input checked="" type="checkbox"/> Semana 20: 14 de maio a 20 de maio <input checked="" type="checkbox"/> Semana 21: 21 de maio a 27 de maio <input checked="" type="checkbox"/> Semana 22: 28 de maio a 03 de junho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 23: 04 de junho a 10 de junho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 24: 11 de junho a 17 de junho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 25: 18 de junho a 24 de junho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 26: 25 de junho a 01 de julho
<p style="text-align: center;"><u>Trimestre 03</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Semana 27: 02 de julho a 08 de julho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 28: 09 de julho a 15 de julho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 29: 16 de julho a 22 de julho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 30: 23 de julho a 29 de julho <input checked="" type="checkbox"/> Semana 31: 30 de julho a 05 de agosto <input checked="" type="checkbox"/> Semana 32: 06 de agosto a 12 de agosto <input checked="" type="checkbox"/> Semana 33: 13 de agosto a 19 de agosto <input checked="" type="checkbox"/> Semana 34: 20 de agosto a 26 de agosto <input checked="" type="checkbox"/> Semana 35: 27 de agosto a 02 de setembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 36: 03 de setembro a 09 de setembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 37: 10 de setembro a 16 de setembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 38: 17 de setembro a 23 de setembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 39: 24 de setembro a 30 de setembro 	<p style="text-align: center;"><u>Trimestre 04</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Semana 40: 01 de outubro a 07 de outubro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 41: 08 de outubro a 14 de outubro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 42: 15 de outubro a 21 de outubro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 43: 22 de outubro a 28 de outubro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 44: 29 de outubro a 04 de novembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 45: 05 de novembro a 11 de novembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 46: 12 de novembro a 18 de novembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 47: 19 de novembro a 25 de novembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 48: 26 de novembro a 02 de dezembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 49: 03 de dezembro a 09 de dezembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 50: 10 de dezembro a 16 de dezembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 51: 17 de dezembro a 23 de dezembro <input checked="" type="checkbox"/> Semana 52: 24 de dezembro a 30 de dezembro

Figura H.1 – Dias do ano civil versus semanas do calendário do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

Apêndice I – Versão Completa do MPSPO

O objetivo deste apêndice é mostrar a versão completa do MPSPO. Para tanto, considera-se que todas as restrições eletivas foram positivamente assinaladas.

$$Max RL = \sum_{i=1}^{60} \sum_{j=1}^{52} \frac{rl_{ij} \cdot (d_{ij}^- - d_{ij}^+) + rl_{ij}^+ \cdot d_{ij}^+}{(1+tx)^j} \quad (01)$$

sujeito a:

$$\sum_{s \in S} a_{ij}^s \cdot \lambda_s = E_{ij}^0, \quad i \in V \text{ e } j = 1, 2, \dots, 52 \quad (02)$$

$$\sum_{s \in S} \lambda_s \leq A \quad (03)$$

$$(1 - td_{iw}) \cdot (E_{ij}^w - Q_{ij}^w) = E_{i,j+1}^{w+1}, \quad i \in V, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i \quad (04)$$

$$\sum_{w=0}^{W_i} Q_{ij}^w = d_{ij}^- - d_{ij}^+ + d_{ij}^+, \quad i \in V \text{ e } j = 1, 2, \dots, 52 \quad (05)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{r=0}^{t_i-1} x_{i,j+r} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \quad (06)$$

$$\sum_{i \in F(b)} \sum_{r=0}^{t_i} x_{i,j-r} \leq 1, \quad b = 1, 2, \dots, 16 \text{ e } j = 1, 2, \dots, 52 \quad (07)$$

$$\sum_{i \in G} \sum_{j \in I_i} x_{ij} = 1 \quad (08)$$

$$\sum_{j=1}^{52} x_{nj} = 1 \quad (09)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n mdo_{ij} \cdot \lambda_s \leq MDO_j, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \quad (10)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n cp_{ij} \cdot \lambda_s \leq CAP_j, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \quad (11)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{i=1}^n 35 \lambda_s \leq H2O_j, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \quad (12)$$

$$a_{i,j+\theta_i+r}^s = p_{ir} \cdot x_{ij}^s, \quad i \in V, \quad j \in I_i, \quad r = 1, \dots, t_i - \theta_i - 1 \text{ e } s \in S \quad (13)$$

$$a_{ij} = pm_{ij} \cdot (1 - tp_{ij}) \quad (14)$$

$$\lambda_s \geq 0, \quad s \in S \quad (15)$$

$$d_{ij}^-, \quad d_{ij}^+ \geq 0, \quad i \in V, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \quad (16)$$

$$Q_{ij}^w \geq 0, \quad i \in V, \quad j = 1, 2, \dots, 52 \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i \quad (17)$$

$$E_{ij}^w \geq 0, \quad i \in V, \quad j = 1, 2, \dots, M \text{ e } w = 0, 1, \dots, W_i + 1 \quad (18)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ e } j \in I_i \quad (19)$$

As equações (20) a (32) são propostas para executar o planejamento da produção de cada cultura recomendada pelo processo de filtragem ou pelo MPSPO. Ressalta-se que estas equações foram implementadas no MS-Excel®.

$$ndc = cc - 7 \cdot (nc - 1) \quad (20)$$

$$dp = dd - cc \quad (21)$$

$$np = \frac{pd}{pp \cdot pc} \quad (22)$$

$$area = np \cdot el \cdot ep \quad (23)$$

$$dc1 = dp + ndc \quad (24)$$

$$dc2 = dc1 + 7 \quad (25)$$

$$dc3 = dc2 + 7 \quad (26)$$

$$ptp = np \cdot pp \cdot pc \quad (27)$$

$$pc1 = ptp \cdot pp1 \quad (28)$$

$$pc2 = ptp \cdot pp2 \quad (29)$$

$$pc3 = ptp \cdot pp3 \quad (30)$$

$$nl = \frac{cc}{7} \quad (31)$$

$$is = \frac{cc}{nl} \quad (32)$$

em que: ndc : número de dias até a primeira colheita; cc : ciclo cultural, em dias; nc : número de colheitas por plantio; dp : data do plantio das mudas ou sementes, dd/mm/aaaa; dd : data da demanda, dd/mm/aaaa; np : número necessário de plantas por plantio; pd : produção desejada por semana, em unidades; pp : produção por planta, em unidades; pc : percentual comercializável; $area$: área necessária por lote de produção ou plantio; el : espaçamento entre linhas, em m; ep : espaçamento entre plantas, em m; $dc1$: data da colheita 1, dd/mm/aaaa; $dc2$: data da colheita 2, dd/mm/aaaa; $dc3$: data da colheita 3, dd/mm/aaaa; dcr : data da colheita r , dd/mm/aaaa; ptp : produção total efetiva por plantio, em unidades; $pp1$: percentual produzido na primeira colheita, em unidades; $pp2$: percentual produzido na segunda colheita, em unidades; $pp3$: percentual produzido na terceira colheita, em unidades; ppr : percentual produzido na r -ésima colheita, em unidades; $pc1$: produção da primeira colheita, em unidades; $pc2$: produção da segunda colheita, em unidades; $pc3$: produção da terceira colheita, em unidades; pcr : produção da r -ésima colheita, em unidades; nl : número de lotes necessários para a produção constante e contínua, dentro do horizonte de planejamento; e is : intervalo entre as sementeiras, em semanas.

Apêndice J – Forma de Estimação dos Métodos de Suavização Exponencial

No que diz respeito à inicialização do método Suavização Exponencial Simples (SES), adotou-se: $F_1 = Y_1$ (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Por outro lado, como a chave do método SES é escolher um α ótimo, isto foi feito por meio da minimização de erros (ou resíduos), mais especificamente da raiz quadrada do erro médio quadrático (RMSE). O valor de α variou de 0,001 a 0,999 com incrementos de 0,001. Além disso, foi determinado a estatística U de Theil (THEIL, 1966 *apud* MAKRIDAKIS *et al.*, 1998 e EHLERS, 2007), dada pela Equação 01.

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{F_{t+1} - Y_{t+1}}{Y_t} \right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right)^2}} \quad (01)$$

A previsão com o método de Suavização Exponencial de Holt (SEH) é obtida com a utilização de duas constantes de suavização, α e β (com valores entre 0 e 1, e não relacionados). A inicialização do método SEH requer duas estimativas: uma é o valor suavizado para L_1 e outra é a tendência T_1 . Para o método SEH, tomou-se para os valores iniciais dos parâmetros: $F_1 = Y_1$ e $T_1 = Y_2 - Y_1$ (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Como no método SES, valores de α e β foram determinados por meio da minimização da raiz quadrada do erro médio quadrático de previsão (RMSE). Os valores de α e β variaram de 0,001 a 0,999 com incrementos de 0,01.

Dentre todos os métodos de suavização exponencial experimentado (SES, SEH e SEHWa), a maior precisão de SEHWa foi evidenciada pelo RMSE (estimativa do desvio padrão) e MAPE (erro absoluto percentual médio). Os primeiros valores (uma estação de sazonalidade) foram utilizados para estimar os valores iniciais dos fatores sazonais (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998). Ressalta-se que a variação dos parâmetros para o processo de otimização foi: $\alpha, \beta, \gamma = 0,01:0,1:0,99$. O valor ótimo foi buscado pelo critério de minimização do RMSE, a exemplo do que ocorre com o *software* STATGRAPHICS Centurion[®]. Todos os tempos computacionais foram inferiores a 6 segundos. Entretanto, incrementos na variação dos parâmetros aumentavam o tempo computacional consideravelmente (acima de 1 hora) e os resultados da RMSE pouco se alteravam.

Apêndice K – Resultados de séries temporais para precipitação pluviométrica, evaporação e insolação

No caso da CHUVmed, os melhores modelos foram: SEHW_{a(52)} para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo SARIMA(1,0,1)x(0,1,2)₅₂ sem constante. Ressalta-se que para as semanas sem chuva foi atribuído o valor simbólico de 0,1 mm para tornar possível a aplicação do SEHW_{a(52)}. Este procedimento foi necessário para evitar a divisão por zero. Já para EVAPmed, os melhores modelos foram: SEHW_{a(52)} para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo SARIMA(1,0,1)x(0,1,2)₅₂ com constante. Ressalta-se que os dados da evaporação para o ano de 2009 não foram coletados entre as semanas 26 e 43. Assim, os resultados para este ano referem-se aos dados disponíveis, isto é, os dados ausentes foram omitidos no cálculo do MSE e do MAPE. Por fim, para INSOLmed, os melhores modelos foram: SEHW_{a(52)} para classe dos modelos de suavização exponencial e para a metodologia Box e Jenkins o modelo SARIMA(1,0,1)x(0,1,2)₅₂ sem constante. Ressalta-se que os dados da insolação para o ano de 2009 não foram coletados entre as semanas 26 e 44. Desta forma, os resultados para este ano referem-se aos dados disponíveis, isto é, os dados ausentes foram omitidos no cálculo do MSE e do MAPE que estão postos na Tabela K.1.

Tabela K.1 – Medidas de acurácia para os métodos de previsão de precipitação, evaporação e insolação

Período		Modelo Suav. Exponencial		Modelo Sarima		Média Histórica		Combinação	
		1979-2008	2009	1979-2008	2009	1979-2008	2009	1979-2008	2009
CHUV med	MSE	46,34	24,52	39,77	22,87	38,09	23,72	38,50	23,24
	MAPE	1.196,78%	1.034,30%	1.281,10%	1.163,46%	1.269,29	1.198,55%	1.271,36%	1.180,93%
EVAP med	MSE	61,41	2,25	0,95	1,06	1,04	1,01	0,96	1,03
	MAPE	67,05%	39,34%	30,72%	28,29%	31,91%	28,44%	30,87%	28,08%
INSOL med	MSE	60,37	20,80	4,04	4,34	3,93	4,23	3,95	4,28
	MAPE	56,44%	67,46%	35,45%	29,62%	35,25%	29,37%	35,23%	29,49%

Fonte: Elaborada pelos autores

O maior problema de *forecasting* é a magnitude do erro de previsão. A variável aleatória e_t também é chamada de ruído branco (MORETTIN e TOLOI, 2006) quando tem distribuição $e_t \sim N(0, \sigma_a^2)$. Além disso, o sistema de previsão está sujeito à confiabilidade dos dados históricos e à escolha do melhor modelo. Estas observações foram respeitadas no SPPO. Por outro lado, a combinação de previsões de mais de um modelo, aumenta a confiabilidade e reduz grandes desvios dos valores projetados (MAKRIDAKIS *et al.*, 1998; LIMA e COSTA, 2007). Entretanto, no SPPO, as simulações realizadas para os dados agroclimáticos não indicaram resultados mais acurados para todas as variáveis testadas.

Apêndice L – Banco de dados agroclimáticos: resultados de séries temporais e teóricas

Tabela L.1 – Histórico semanal agroclimático do município de Pato Branco/PR (1979-2008)

t	T _{minmed} (°C)	T _{maxmed} (°C)	T _{minmin} (°C)	T _{maxmax} (°C)	T _{med} (°C)	UR _{med} (%)	Chuv _{med/dia} (mm)	Chuv _{med/semana} (mm)	Evap _{med/dia} (mm)	BH* (mm)
1	17,89	29,10	15,93	31,10	22,60	73,03	3,71	25,99	3,31	0,40
2	18,17	28,94	16,26	31,14	22,71	73,90	5,29	37,04	3,27	2,02
3	17,96	28,93	15,95	31,28	22,56	74,71	6,39	44,75	3,24	3,15
4	18,29	28,56	16,35	30,91	22,50	76,87	8,22	57,52	2,92	5,30
5	18,17	28,35	16,50	30,83	22,32	78,14	7,42	51,93	2,64	4,78
6	17,86	28,52	15,88	30,68	22,11	77,05	5,61	39,30	2,93	2,68
7	17,77	28,29	15,91	30,39	21,98	77,39	5,94	41,57	2,80	3,14
8	18,18	28,22	16,33	30,31	22,13	79,48	5,94	41,56	2,61	3,33
9	17,91	28,81	15,84	30,89	22,29	76,38	4,92	34,43	2,73	2,19
10	17,65	28,85	15,23	30,84	22,17	74,93	2,60	18,20	3,06	-0,46
11	17,12	27,87	15,06	29,90	21,42	75,55	4,45	31,17	2,88	1,57
12	16,61	27,67	14,26	29,84	21,10	74,03	3,68	25,77	2,88	0,80
13	16,62	27,37	14,08	29,88	20,96	75,10	5,55	38,84	2,89	2,66
14	15,55	26,81	12,63	29,66	20,10	74,51	4,65	32,57	2,74	1,91
15	15,54	26,05	12,53	29,05	19,72	76,25	6,47	45,28	2,71	3,75
16	14,34	24,70	10,57	28,21	18,47	76,75	5,91	41,39	2,42	3,49
17	14,36	24,51	11,65	27,46	18,34	77,98	6,90	48,29	2,41	4,49
18	12,47	23,08	8,61	26,24	16,74	75,84	4,27	29,88	2,25	2,02
19	12,41	22,41	9,31	25,36	16,38	77,27	6,38	44,71	2,21	4,18
20	12,03	21,88	8,31	25,17	15,88	79,49	7,52	52,68	2,15	5,37
21	10,57	21,05	6,88	24,21	14,76	75,90	6,63	46,38	2,26	4,36
22	9,97	20,43	5,71	23,68	14,12	75,88	5,87	41,07	2,21	3,66
23	10,94	20,60	6,37	23,89	14,76	78,81	4,68	32,75	1,94	2,74
24	10,70	20,55	6,48	24,05	14,61	77,08	6,31	44,21	2,08	4,24
25	10,61	20,52	6,67	24,51	14,52	76,76	6,20	43,40	2,26	3,94
26	10,28	20,37	5,73	24,60	14,31	76,85	4,82	33,75	2,16	2,66
27	11,01	20,58	5,96	24,23	14,80	77,38	6,43	45,00	2,42	4,01
28	9,25	20,09	4,71	23,79	13,61	72,36	4,25	29,74	2,55	1,70
29	9,95	20,24	5,57	24,22	14,09	72,80	4,96	34,72	2,84	2,12
30	9,56	21,12	4,69	25,00	14,34	69,62	2,88	20,20	2,95	-0,06
31	9,97	21,44	5,00	25,55	14,78	68,74	4,13	28,96	3,21	0,92
32	11,04	22,17	6,58	26,25	15,59	70,48	2,80	19,62	3,04	-0,24
33	11,73	22,77	7,42	26,57	16,27	68,94	4,94	34,60	3,28	1,67
34	11,80	23,59	7,31	27,58	16,76	66,32	3,06	21,46	3,68	-0,61
35	11,79	23,79	6,70	28,25	16,84	65,54	3,61	25,27	3,86	-0,25
36	11,43	23,61	7,07	27,66	16,74	64,88	4,34	30,37	3,86	0,48
37	12,15	23,10	7,67	28,28	16,80	69,43	6,37	44,60	3,41	2,97
38	12,40	23,84	7,80	28,30	17,40	68,67	5,85	40,96	3,63	2,22
39	12,83	23,41	8,98	28,22	17,40	72,22	7,06	49,45	3,17	3,90
40	13,91	25,05	10,47	29,21	18,77	71,21	7,84	54,91	3,36	4,48
41	14,52	25,39	10,46	29,89	19,22	71,24	8,18	57,29	3,31	4,87
42	14,80	25,65	11,74	29,39	19,48	71,07	7,98	55,87	3,39	4,59
43	15,19	26,43	12,20	30,27	20,09	70,26	7,97	55,79	3,60	4,37
44	15,67	26,76	13,07	30,53	20,43	71,26	7,89	55,27	3,53	4,36
45	15,53	26,75	12,18	30,26	20,42	69,37	7,95	55,66	3,65	4,30
46	15,68	27,54	12,52	30,92	20,88	67,04	6,20	43,43	4,07	2,13
47	16,21	27,91	13,09	30,83	21,35	68,12	5,11	35,76	3,95	1,16
48	16,49	28,37	13,69	31,26	21,66	66,41	6,20	43,41	4,29	1,91
49	17,03	28,60	14,38	31,67	22,09	69,26	4,76	33,35	4,01	0,76
50	17,58	28,53	14,99	31,45	22,21	72,38	6,66	46,60	3,57	3,09
51	17,21	28,28	14,61	31,35	21,99	72,36	5,43	38,02	3,70	1,73
52	17,62	28,57	15,24	30,92	22,27	73,80	6,26	43,85	3,28	2,98
\bar{x}	14,28	25,12	10,94	28,38	18,77	73,21	5,68	39,78	3,03	2,65
σ	2,98	3,13	3,96	2,65	3,08	3,93	1,50	10,48	0,60	1,62
σ/\bar{x}	21%	12%	36%	9%	16%	5%	26%	26%	20%	61%

* Balanço Hídrico = Precipitação pluviométrica (chuvas) – Evaporação

Cont.

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela L.1 – Histórico semanal agroclimático do município de Pato Branco/PR (1979-2008) (cont.)

t	Amplitude Térmica (°C)	Geada*,** (< 3°C)	Fotop _{med/dia} (h)	Insol _{med/dia} (h)	Rad. Sol. Extrat _{med/dia} (MJ/m ² /dia)	Rad. Sol. Global _{med/dia} (MJ/m ² /dia)
1	15,17	0	13,57	8,38	43,20	25,11
2	14,88	0	13,50	8,04	42,94	24,48
3	15,33	0	13,41	7,91	42,56	24,14
4	14,56	0	13,30	7,00	42,07	22,47
5	14,33	0	13,17	7,11	41,45	22,43
6	14,80	0	13,02	7,66	40,71	23,06
7	14,48	0	12,86	7,32	39,84	22,15
8	13,98	0	12,70	6,45	38,84	20,38
9	15,05	0	12,52	7,75	37,72	21,96
10	15,61	0	12,34	8,03	36,49	21,84
11	14,84	0	12,16	7,21	35,17	20,00
12	15,58	0	11,97	7,49	33,77	19,77
13	15,80	0	11,79	6,90	32,32	18,26
14	17,03	0	11,61	7,20	30,84	17,98
15	16,52	0	11,43	6,60	29,37	16,47
16	17,64	0	11,26	6,52	27,93	15,69
17	15,81	0	11,09	6,42	26,56	14,91
18	17,63	0	10,94	6,70	25,27	14,64
19	16,05	0	10,79	5,98	24,11	13,22
20	16,86	1	10,67	6,03	23,09	12,80
21	17,33	1	10,56	6,85	22,22	13,28
22	17,97	1	10,47	6,20	21,54	12,24
23	17,52	1	10,41	5,67	21,04	11,44
24	17,57	1	10,37	5,79	20,74	11,42
25	17,84	1	10,36	5,63	20,65	11,21
26	18,87	1	10,38	5,62	20,75	11,25
27	18,27	1	10,42	5,70	21,06	11,48
28	19,08	1	10,49	6,91	21,57	13,00
29	18,65	1	10,58	6,27	22,26	12,65
30	20,31	1	10,69	7,08	23,12	13,98
31	20,55	1	10,82	6,63	24,14	13,97
32	19,67	1	10,97	6,49	25,29	14,37
33	19,15	1	11,13	6,67	26,56	15,19
34	20,27	1	11,29	7,12	27,91	16,42
35	21,55	1	11,47	6,86	29,33	16,76
36	20,59	1	11,65	7,18	30,77	17,88
37	20,61	1	11,83	5,86	32,22	16,69
38	20,50	1	12,01	6,28	33,64	17,91
39	19,24	0	12,20	5,80	35,02	17,78
40	18,74	0	12,38	6,34	36,32	19,12
41	19,43	0	12,56	6,19	37,53	19,38
42	17,65	0	12,73	6,63	38,63	20,53
43	18,07	0	12,90	6,85	39,63	21,27
44	17,46	0	13,05	6,82	40,50	21,55
45	18,08	0	13,20	7,35	41,26	22,69
46	18,40	0	13,32	7,94	41,89	23,89
47	17,74	0	13,43	7,97	42,41	24,14
48	17,57	0	13,52	8,61	42,82	25,32
49	17,29	0	13,58	7,99	43,11	24,42
50	16,46	0	13,62	7,40	43,30	23,51
51	16,74	0	13,64	7,62	43,38	23,90
52	15,68	0	13,62	7,62	43,35	23,90
\bar{x}	17,44	-	12,00	6,90	32,85	18,35
σ	1,94	-	1,15	0,77	8,20	4,51
σ/\bar{x}	11%	-	10%	11%	25%	25%

* Proxy da probabilidade $\geq 10\%$, sendo que: (i) 1 indica geada; e (ii) 0: sem geadas.

** Do total de semanas, historicamente já ocorreu geadas em 48% das semanas.

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela L.2 – Comparativo da Radiação Solar (MJ/m²/dia) em função da inclinação do terreno da localidade

t	Q _o	Q _g (0° S)	Q _g (10° S)	Q _g (10° N)	Q _g /Q _o	S/horizontal	N/horizontal	S/N
1	43,20	25,11	23,73	25,37	58%	95%	101%	94%
2	42,94	24,48	23,05	24,82	57%	94%	101%	93%
3	42,56	24,14	22,62	24,59	57%	94%	102%	92%
4	42,07	22,47	20,90	23,03	53%	93%	102%	91%
5	41,45	22,43	20,73	23,14	54%	92%	103%	90%
6	40,71	23,06	21,16	23,95	57%	92%	104%	88%
7	39,84	22,15	20,14	23,23	56%	91%	105%	87%
8	38,84	20,38	18,30	21,59	52%	90%	106%	85%
9	37,72	21,96	19,58	23,45	58%	89%	107%	83%
10	36,49	21,84	19,26	23,57	60%	88%	108%	82%
11	35,17	20,00	17,37	21,86	57%	87%	109%	79%
12	33,77	19,77	16,96	21,85	59%	86%	111%	78%
13	32,32	18,26	15,40	20,46	56%	84%	112%	75%
14	30,84	17,98	14,96	20,38	58%	83%	113%	73%
15	29,37	16,47	13,45	18,94	56%	82%	115%	71%
16	27,93	15,69	12,60	18,28	56%	80%	117%	69%
17	26,56	14,91	11,78	17,61	56%	79%	118%	67%
18	25,27	14,64	11,39	17,48	58%	78%	119%	65%
19	24,11	13,22	10,08	16,03	55%	76%	121%	63%
20	23,09	12,80	9,62	15,68	55%	75%	123%	61%
21	22,22	13,28	9,90	16,36	60%	75%	123%	61%
22	21,54	12,24	8,99	15,24	57%	73%	125%	59%
23	21,04	11,44	8,30	14,37	54%	73%	126%	58%
24	20,74	11,42	8,26	14,39	55%	72%	126%	57%
25	20,65	11,21	8,08	14,15	54%	72%	126%	57%
26	20,75	11,25	8,13	14,18	54%	72%	126%	57%
27	21,06	11,48	8,34	14,40	54%	73%	125%	58%
28	21,57	13,00	9,61	16,11	60%	74%	124%	60%
29	22,26	12,65	9,42	15,60	57%	75%	123%	60%
30	23,12	13,98	10,61	17,01	60%	76%	122%	62%
31	24,14	13,97	10,74	16,85	58%	77%	121%	64%
32	25,29	14,37	11,21	17,14	57%	78%	119%	65%
33	26,56	15,19	12,06	17,88	57%	79%	118%	67%
34	27,91	16,42	13,28	19,05	59%	81%	116%	70%
35	29,33	16,76	13,76	19,22	57%	82%	115%	72%
36	30,77	17,88	14,93	20,22	58%	83%	113%	74%
37	32,22	16,69	14,06	18,71	52%	84%	112%	75%
38	33,64	17,91	15,34	19,80	53%	86%	111%	77%
39	35,02	17,78	15,40	19,44	51%	87%	109%	79%
40	36,32	19,12	16,82	20,65	53%	88%	108%	81%
41	37,53	19,38	17,24	20,71	52%	89%	107%	83%
42	38,63	20,53	18,49	21,70	53%	90%	106%	85%
43	39,63	21,27	19,35	22,27	54%	91%	105%	87%
44	40,50	21,55	19,78	22,37	53%	92%	104%	88%
45	41,26	22,69	21,01	23,37	55%	93%	103%	90%
46	41,89	23,89	22,29	24,43	57%	93%	102%	91%
47	42,41	24,14	22,64	24,55	57%	94%	102%	92%
48	42,82	25,32	23,88	25,64	59%	94%	101%	93%
49	43,11	24,42	23,08	24,66	57%	95%	101%	94%
50	43,30	23,51	22,24	23,71	54%	95%	101%	94%
51	43,38	23,90	22,63	24,08	55%	95%	101%	94%
52	43,35	23,90	22,61	24,10	55%	95%	101%	94%

Fonte: Elaborada pelo autor

Apêndice M – Resultados da aplicação dos filtros redutores

Cultura	Parâmetro	Temperatura ¹ (°C)	Tmed ² Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax] ³ Semanas adequadas Pato Branco/PR
1. Tomate	TIG	6-11 a 35	Ano todo	[01; 19] ∪ [39; 52]
	TIV	8-12 a 32	Ano todo	[01; 17] ∪ [40; 52]
	TOG	18 a 24	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TOV	18 a 24	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TIG	18 a 28*	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
2. Alface	TIG	2-5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TIV	7 a 33	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TOG	15 a 25	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	TOPr	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
	TIG	09 a 26*	Ano todo	∅
3. Cebola	TIG	1,4-3,5 a 40	Ano todo	Ano todo
	TIV	5 a 45	Ano todo	Ano todo
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	13 a 24	Ano todo	∅
	TIG	10 a 28*	Ano todo	∅
4. Cebolinha	T mais favorável a G	15 a 25	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	T mais favorável ao C	15 a 25	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	TOPr (Produção)	17 a 25	[01; 17] ∪ [38; 52]	∅
	TIG	10 a 28*	Ano todo	∅
5. Cenoura	TIG	2,3-7 a 30-35	Ano todo	Ano todo
	TIV	6 a 30-35	Ano todo	[01; 25] ∪ [32; 52]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	15 a 21	[13; 20] ∪ [32; 46]	∅
	TIG	10 a 30*	Ano todo	[11; 17] ∪ [40; 42]
6. Pepino	TIG	12 a 35	Ano todo	[01; 15] ∪ [43; 52]
	TIV	12-14 a 32	Ano todo	[01; 13] ∪ [47; 52]
	TOG	27	-	-
	TOV	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TIG	18 a 30*	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
7. Abóboras ⁴ e Abobrinha	TIG	5-10 a 38	Ano todo	[01; 20] ∪ [37; 52]
	TIV	10 a 32	Ano todo	[01; 17] ∪ [40; 52]
	TOG	30 a 35	∅	∅
	TOV	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TIG	20 a 35*	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
8. Pimentão e Pimenta	TIG	13 a 37-40	Ano todo	[01; 13] ∪ [47; 52]
	TIV	10 a 35	Ano todo	[01; 17] ∪ [40; 52]
	TOG	25	-	-
	TOV	16 a 25	[01; 19] ∪ [33; 52]	∅
	TIG	20 a 30*	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
9. Berinjela	TIG	15 a 35	[01; 20] ∪ [32; 52]	[01; 11] ∪ {52}
	TIV	10-13 a 40-45	Ano todo	[01; 17] ∪ [42; 52]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	15 a 30	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	TIG	22 a 30*	[01; 10] ∪ [49; 52]	∅
10. Beterraba e Acelga-verdadeira	TIG	5-8 a 30	Ano todo	[11; 21] ∪ [32; 42]
	TIV	5 a 30-35	Ano todo	Ano todo
	TOG	18 a 20	[15; 17] ∪ [40; 42]	∅
	TOV	16 a 20	[15; 19] ∪ [33; 42]	∅
	TIG	10 a 25*	Ano todo	∅

Cont.

Cultura	Parâmetro	Temperatura ¹ (°C)	Tmed ² Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax] ³ Semanas adequadas Pato Branco/PR
11. Batata	TIA (Abrolhamento ⁶)	2-5 a 26	Ano todo	[19; 31]
	TIV	7 a 30-35	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TOA (Abrolhamento ⁶)	18 a 20	[15; 17] ∪ [40; 42]	∅
	TOV	15 a 25	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
12. Milho-Verde e Milho-Doce	TIG	10 a 40	Ano todo	[01; 17] ∪ [40; 52]
	TIV	10 a 35	Ano todo	[01; 17] ∪ [40; 52]
	TOG	21 a 27	[01; 12] ∪ [47; 52]	∅
	TOV	20 a 30	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TIG	18 a 32*	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
13. Morango	TIV	5 a 35	Ano todo	Ano todo
	TOV	18 a 28	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TOM (Maturação)	10-13 a 18-27	Ano todo	∅
	Vernalização ⁵	< 7	-	-
14. Feijão-Comum, Feijão-Vagem, Fava e Caupi	TIG	7,7 a 35	Ano todo	[01; 20] ∪ [38; 52]
	TIV	8-10 a 35	Ano todo	[01; 19] ∪ [40; 52]
	TOG	25 a 30	∅	∅
	TOV	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	Fava/Feijão-de-lima (TIG)	5 a 25*	Ano todo	[21; 29]
	Feijão-vagem (TIG)	15 a 30*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
15. Fava-italiana	TIG	0,4 a 20	[15; 42]	∅
	TIV	-2 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	12 a 20	[15; 42]	∅
	TOV	20	-	-
16. Ervilha	TIG	3,2-4,4 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TIV	4,0-4,5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	20 a 24	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	13 a 18	[18; 39]	∅
	TIG (Ervilha grão)	5 a 25*	Ano todo	[21; 29]
17. Repolho	TIG	4,5 a 38	Ano todo	Ano todo
	TIV	7 a 35	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TOG	29	-	-
	TOV	10 a 18	[18; 39]	∅
	TIG	10 a 30*	Ano todo	[11; 17] ∪ [40; 42]
18. Couve-Flor	TIG	6-8 a 30-35	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TIV	3-5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TOV	16 a 18	[18; 19] ∪ [33; 39]	∅
	TIG	8 a 25*	Ano todo	∅
19. Couve-de-folha	TIG	4,5 a 38	Ano todo	Ano todo
	TIV	7 a 35	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TOG	29	-	-
	TOV	10 a 18	[18; 39]	∅
	TIG	8 a 25*	Ano todo	∅
20. Brócolis	TIG	6-8 a 30-35	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TIV	3-5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TOV	16 a 18	[18; 19] ∪ [33; 39]	∅
	TIG	15 a 30*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
21. Salsa (Salsinha)	TIG	6 a 30-35	Ano todo	[01; 25] ∪ [32; 52]
	TIV	7 a 30	Ano todo	[11; 20] ∪ [33; 42]
	TOG	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TOV	18 a 22	[11; 17] ∪ [40; 48]	∅
	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅

Cont.

Cultura	Parâmetro	Temperatura ¹ (°C)	Tmed ² Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax] ³ Semanas adequadas Pato Branco/PR
22. Nabo, Nabiça, Couve-nabo e Rutabaga	TIG	2 a 35	Ano todo	Ano todo
	TIV	4 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
	TIG	18 a 34*	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
23. Couve-de- Bruxelas	TIV	17 a 21	[13; 17] ∪ [38; 46]	∅
	TIG	20 a 30*	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
24. Couve-chinesa (popular acelga)	TIV	7,5 a 25	Ano todo	∅
	TIG	10 a 25*	Ano todo	∅
25. Couve-rábano	TOV	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TIG	10 a 25*	Ano todo	∅
26. Alho	TIV	0-5 a 40	Ano todo	Ano todo
	TOV	20	∅	∅
	T (Emergência Ótima da Raiz)	15	-	-
	TLmin	-5	-	-
27. Alho-porró ou (Alho-francês)	TIG	2 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TIV	5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TOG	11 a 23	Ano todo	∅
	TOV	13 a 24	Ano todo	∅
	TIG	10 a 25*	Ano todo	[21; 29]
28. Aipo (Salsão)	TIG	5 a 25	Ano todo	[21; 29]
	TIV	5 a 35	Ano todo	Ano todo
	TOG	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
	TOV	16 a 21	[13; 19] ∪ [33; 46]	∅
	TIG	10 a 28*	Ano todo	∅
29. Coentro	TIV	7 a 27	Ano todo	[18; 20]
	TOV	20	-	-
	TIG	10 a 30*	Ano todo	[11; 17] ∪ [40; 42]
30. Funcho (erva-doce)	TIG	11 a 35	Ano todo	[01; 17] ∪ [42; 52]
	TIV	4 a 40	Ano todo	Ano todo
	TOG	18 a 20	[15; 17] ∪ [40; 42]	∅
	TOV	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
31. Alcachofra	TIG	6-8 a 35-40	Ano todo	[01; 20] ∪ [33; 52]
	TIV	5-8 a 30	Ano todo	[11; 21] ∪ [32; 42]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	13 a 24	Ano todo	∅
	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
32. Aspargo	TIG	5 a 40	Ano todo	Ano todo
	TIPr (Produção de turriões)	10-12 a 30	Ano todo	[11; 17]
	TOG	25	-	-
	TOPr (Produção de turriões)	18 a 25	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅

Cont.

Cultura	Parâmetro	Temperatura¹ (°C)	Tmed² Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax]³ Semanas adequadas Pato Branco/PR
33. Espinafre-verdadeira (europeu)	TIG	2-5 a 30	Ano todo	[11; 42]
	TIV	5 a 32	Ano todo	Ano todo
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
34. Espinafre-neozelandês	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	–	–	–	–
35. Agrião-d'água e Agrião-seco	TIV	10 a 25	Ano todo	∅
	TIG	15 a 30*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
36. Rúcula ou Eruca ou Pinchão	TIV	10 a 30	Ano todo	[11; 17] ∪ [40; 42]
	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	–	–	–	–
37. Chicória (Escarola)	TIG	3-5 a 25-30	Ano todo	[17; 33]
	TIV	6 a 30	Ano todo	[11; 25] ∪ [32; 42]
	TOG	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
	TOV	15 a 20	[15; 20] ∪ [32; 42]	∅
	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
38. Almeirão (Radiche)	TIG	3-5 a 25-30	Ano todo	[17; 33]
	TIV	6 a 30	Ano todo	[11; 25] ∪ [32; 42]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	16 a 20	[15; 19] ∪ [33; 42]	∅
	TIG	5 a 28*	Ano todo	[17; 36]
39. Rabanete	TIG	8 a 30-35	Ano todo	[01; 20] ∪ [39; 42]
	TIV	6 a 30	Ano todo	[11; 25] ∪ [32; 42]
	TOG	20 a 25	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TOV	18 a 22	[11; 17] ∪ [40; 48]	∅
	TIG	10 a 30*	Ano todo	[11; 17] ∪ [40; 42]
40. Melancia	TIG	13-15 a 45	Ano todo	[01; 13] ∪ [49; 52]
	TIV	11-13 a 45	Ano todo	[01; 15] ∪ [43; 52]
	TOG	23 a 28	∅	∅
	TOV	21 a 30	[01; 12] ∪ [47; 52]	∅
	TIG	20 a 30*	[01; 14] ∪ [43; 52]	
41. Melão	TIG	13-16 a 39-45	Ano todo	[01; 11] ∪ [50; 52]
	TIV	12 a 40	Ano todo	[01; 15] ∪ [43; 52]
	TOG	24 a 32	∅	∅
	TOV	18 a 24	[01; 17] ∪ [40; 52]	∅
	TIG	25 a 32*	∅	∅
42. Chuchu	TIG	Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
43. Maxixe	TIG	20 a 30*	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TIV	Utilizar as informações do Pepino***		
	TOG			
	TOV			

Cont.

Cultura	Parâmetro	Temperatura ¹ (°C)	Tmed ² Semanas adequadas Pato Branco/PR	[Tminmin; Tmaxmax] ³ Semanas adequadas Pato Branco/PR
44. Jiló	TIG	22 a 34*	[01; 10] ∪ [49; 52]	∅
	TIV	Utilizar as informações da Berinjela***		
	TOG			
	TOV			
45. Quiabo	TIG	20 a 35*	[01; 14] ∪ [43; 52]	∅
	TIG	16 a 41**	[01; 19] ∪ [33; 52]	[02; 04]
	TOG	21 a 35**	[01; 12] ∪ [47; 52]	∅
46. Mostarda-de-folha	TIG	15 a 25*	[01; 20] ∪ [32; 52]	∅
	TIG	Exige temperaturas amenas. Recomenda-se o plantio no outono e inverno (FILGUEIRA, 2008). Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		
	TIV			
	TOG			
47. Couve-tronchuda	TIG	Utilizar as informações da couve-de-folhas (+ exigente em frio)***		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
48. Rábano (Daikon)	TIG	Utilizar as informações do Rabanete ***		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
49. Cará	TIG	“O cará prospera sob temperatura e pluviosidade elevadas, sendo intolerante ao frio e à geada. Em regiões quentes, de baixa altitude, planta-se de junho a setembro, com irrigação. Em regiões de altitude, planta-se somente na primavera-verão, sem irrigação” (FILGUEIRA, 2008). Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
50. Inhame (Taro)	TIG	“O inhame ou taro é originário de regiões quentes do sudeste asiático, exigindo temperatura e pluviosidade elevadas. No centro-sul é plantado na primavera-verão, sem necessitar de irrigação. É planta intolerante ao frio e à geada. Contudo, em regiões de baixa altitude, quentes, pode-se plantar também durante o inverno, utilizando-se irrigação” (FILGUEIRA, 2008).		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
51. Taioba	TIG	“Trata-se de cultura de clima quente, cessando a produção de folhas sob baixas temperaturas. Portanto, planta-se na primavera-verão, em regiões altas, com inverno frio; ou ao longo do ano, em regiões baixas, com inverno ameno” (FILGUEIRA, 2008). Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
52. Mandioquinha (batata-baroa ou batata-salsa)	TIG	“Adapta-se melhor a altitudes superiores a 800 m, no centro-sul. Definitivamente, esta cultura não se adapta a regiões baixas e quentes, inclusive exige temperaturas amenas ou frias durante todo o seu longo ciclo. Observa-se, então, que a produção concentra-se em regiões de altitude, como Barbacena/MG e Carandaí/MG” (FILGUEIRA, 2008). Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		
	TIV			
	TOG			
	TOV			
53. Batata-doce	TIG	Exige temperaturas elevadas. Frio: desenvolvimento vegetativo paralisado, ciclo cultural aumentado e redução na produtividade. Planta intolerante à geada. Busca-se produzir em regiões que apresentam clima constantemente quente e alta luminosidade. Sob temperaturas constantemente amenas, a cultura também é viável, desde que não ocorra frio por período prolongado. Em solo com baixas temperaturas, a planta se desenvolve mal, sendo inadaptável a solos frios. Em regiões baixas, com inverno suave, pode-se plantar ao longo do ano. Em regiões de altitude, planta-se durante a primavera-verão, especialmente no início das chuvas. Nestas regiões, o plantio durante o inverno é altamente prejudicado pelo frio (FILGUEIRA, 2008). Não foi encontrado, na literatura pesquisada, intervalos de temperaturas recomendados.		

Figura M.1 – Resultados da aplicação dos filtros redutores (temperaturas) para o portfólio do SPPO

Fonte: Elaborada pelo autor

Notas explicativas sobre a Figura M.1:

- * Recomendação agrotécnica da empresa produtora de sementes Feltrin®.
- ** Lorenz e Maynard (1988) *apud* Puiatti e Finger (2005).
- *** Decisão fortemente ancorada em Filgueira (2008).
- ¹ Adaptadas de Almeida (2006).
- ² Verifica se a temperatura média da semana encontra-se dentro do intervalo preconizado pela literatura como adequado para a característica avaliada. Os resultados podem ser classificados como “bons”.
- ³ Verifica-se os intervalos contendo os extremos médios de temperatura por semana encontra-se contido no intervalo recomendado pela literatura como adequado para a cultura (intervalos encaixantes) segundo a característica avaliada. Os resultados podem ser classificados como “excelentes”.
- ⁴ Nesta classificação utilizada inclui-se as morangas.
- ⁵ A vernalização é a técnica de redução ou (ampliação) do ciclo vegetativo de uma planta por meio do tratamento de suas sementes, bulbos ou mudas (com agentes químicos e alteração da temperatura reinante, por exemplo). O objetivo em geral, é apressar a sua floração ou frutificação (HOUAISS, 2007).
- ⁶ Abrolhamento: fazer brotar, fazer germinar, florescer; abrir-se em gomos, rebentos, botões (HOUAISS, 2007).
- Significados: ou => mesma espécie, conhecidas com nomes diferentes; e => duas espécies diferentes.

Tabela M.1 – Valor “aproximadamente ideal” de temperatura (°C) para hortaliças versus condições de Pato Branco/PR

Cultura	Temperatura vegetativa (°C) Fontes e Silva (2005)		Semanas adequadas Tmed PBco/PR [a; b] ∪ [c; d]				Semanas adequadas Textr PBco/PR [a; b] ∪ [c; d]				Temperatura reprodutiva (°C) Fontes e Silva (2005)		Semanas adequadas Tmed PBco/PR [a; b] ∪ [c; d]				Semanas adequadas Textr PBco/PR [a; b] ∪ [c; d]					
	8	25	01	26	27	52	-	-	-	-	-	-	19	30	01	15	41	52	-	-	-	-
Melão	17	30	01	17	38	52	-	-	-	-	-	-	19	30	01	15	41	52	-	-	-	-
Pepino	15	30	01	20	32	52	-	-	-	-	-	-	18	30	01	17	40	52	-	-	-	-
Pimentão	13	27	01	26	27	52	-	-	-	-	-	-	15	28	01	20	32	52	-	-	-	-
Tomate	10	27	01	26	27	52	-	-	-	-	-	-	15	28	01	20	32	52	-	-	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela M.2 – Efeito da temperatura do solo na germinação de sementes de hortaliças versus Tmed Pato Branco/PR(a)

Hortaliça	Temperatura Ideal de Germinação (TIG)				Temperatura Ótima de Germinação (TOG)								
	Mínima ¹ (°C)	Ótima ¹ (°C)	Máxima ¹ (°C)	Semanas Adequadas Tmed: [a; b] ∪ [c; d]	Variação Ótima ¹ (°C)		Semanas Adequadas Tmed: [a; b] ∪ [c; d]						
01. Abóboras	16	35	38	01 19 33 52	21	35	01	12	47	52			
02. Acelga	4	29	35	01 26 27 52	10	29	01	26	27	52			
03. Aipo (Salsão)	4	21	29	01 26 27 52	16	21	13	19	33	46			
04. Alface	2	24	29	01 26 27 52	4	27	01	26	27	52			
05. Berinjela	16	29	35	01 19 33 52	24	32	0	-	-	0			
06. Beterraba	4	29	35	01 26 27 52	10	29	01	26	27	52			
07. Cebola	2	24	35	01 26 27 52	10	35	01	26	27	52			
08. Cenoura	4	27	35	01 26 27 52	7	29	01	26	27	52			
09. Couve-flor	4	27	38	01 26 27 52	7	29	01	26	27	52			
10. Ervilha	4	24	29	01 26 27 52	4	24	01	26	27	52			
11. Espinafre-verdadeira	2	21	29	01 26 27 52	7	24	01	26	27	52			
12. Fava	16	29	29	01 19 33 52	18	29	01	17	40	52			
13. Feijão-vagem	16	27	35	01 19 33 52	16	29	01	19	33	52			
14. Melancia	16	35	41	01 19 33 52	21	35	01	12	47	52			
15. Melão	16	32	38	01 19 33 52	24	35	-	-	-	-			
16. Milho	10	35	41	01 26 27 52	16	35	01	19	33	52			
17. Moranga	16	32	38	01 19 33 52	21	32	01	12	47	52			
18. Nabo	4	29	41	01 26 27 52	16	41	01	19	33	52			
19. Pepino	16	35	41	01 19 33 52	16	35	01	19	33	52			
20. Pimentão	16	29	35	01 19 33 52	18	35	01	17	40	52			
21. Quiabo	16	35	41	01 19 33 52	21	35	01	12	47	52			
22. Rabanete	4	29	35	01 26 27 52	7	32	01	26	27	52			
23. Repolho	4	29	38	01 26 27 52	7	35	01	26	27	52			
24. Salsa	4	24	32	01 26 27 52	10	29	01	26	27	52			
25. Tomate	10	29	35	01 26 27 52	16	29	01	19	33	52			
Média	9,04	28,76	35,48	01 26 27 52	13,88	31,20	01	26	27	52			

*Adaptado de Lorenz e Maynard (1988) por Puiatti e Finger (2005)

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela M.3 – Efeito da temperatura do solo na germinação de sementes de hortaliças versus Tmed Pato Branco/PR(b)

Hortaliça	Temperatura Ideal de Germinação (TIG)				Temperatura Ótima de Germinação (TOG)								
	Mínima* (°C)	Ótima* (°C)	Máxima* (°C)	Semanas Adequadas Textr: [a; b] ∪ [c; d]	Variação Ótima ¹ (°C)		Semanas Adequadas Textr: [a; b] ∪ [c; d]						
01. Abóboras	16	35	38	02 04 - -	21	35	-	-	-	-			
02. Acelga	4	29	35	01 26 27 52	10	29	16	17	-	-			
03. Aipo (Salsão)	4	21	29	16 26 27 39	16	21	-	-	-	-			
04. Alface	2	24	29	16 26 27 39	4	27	18	33	-	-			
05. Berinjela	16	29	35	02 04 - -	24	32	-	-	-	-			
06. Beterraba	4	29	35	01 26 27 52	10	29	16	17	-	-			
07. Cebola	2	24	35	01 26 27 52	10	35	01	17	40	52			
08. Cenoura	4	27	35	01 26 27 52	7	29	16	20	33	39			
09. Couve-Flor	4	27	38	01 26 27 52	7	29	16	20	33	39			
10. Ervilha	4	24	29	16 26 27 39	4	24	22	23	-	-			
11. Espinafre Verdadeiro	2	21	29	16 26 27 39	7	24	-	-	-	-			
12. Fava	16	29	29	- - - -	18	29	-	-	-	-			
13. Feijão-Vagem	16	27	35	02 04 - -	16	29	-	-	-	-			
14. Melancia	16	35	41	02 04 - -	21	35	-	-	-	-			
15. Melão	16	32	38	02 04 - -	24	35	-	-	-	-			
16. Milho	10	35	41	01 17 40 52	16	35	02	04	-	-			
17. Moranga	16	32	38	02 04 - -	21	32	-	-	-	-			
18. Nabo	4	29	41	01 26 27 52	16	41	02	04	-	-			
19. Pepino	16	35	41	02 04 - -	16	35	02	04	-	-			
20. Pimentão	16	29	35	02 04 - -	18	35	-	-	-	-			
21. Quiabo	16	35	41	02 04 - -	21	35	-	-	-	-			
22. Rabanete	4	29	35	01 26 27 52	7	32	01	20	33	52			
23. Repolho	4	29	38	01 26 27 52	7	35	01	20	33	52			
24. Salsa	4	24	32	01 26 27 52	10	29	16	17	-	-			
25. Tomate	10	29	35	01 17 40 52	16	29	-	-	-	-			
Média	9,04	28,76	35,48	16 19 - -	13,88	31,20	01	13	-	52			

*Adaptado de Lorenz e Maynard (1988) por Puiatti e Finger (2005)

Fonte: Elaborado pelo autor

Apêndice N – Fluxos de caixa e resultados complementares da viabilidade econômica dos estudos de casos

• Um produto, sem pouso e adubação verde: 1 ano de planejamento

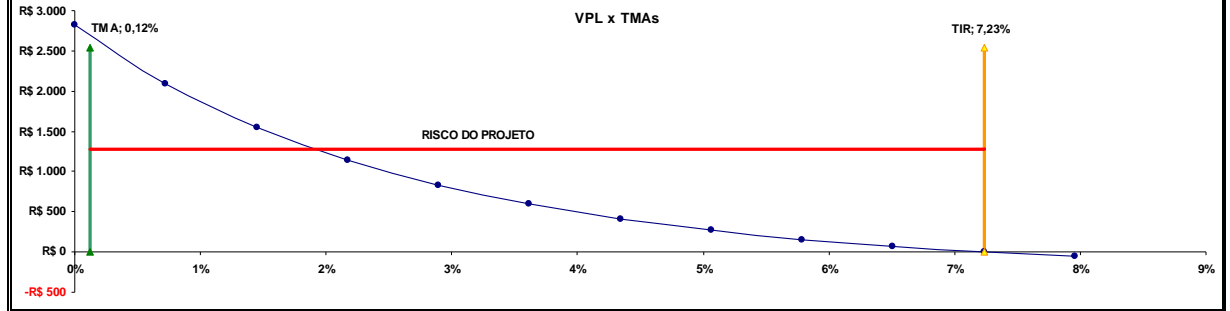
TMA		Risco do projeto										
VP (investimentos)	R\$ 2.413,26	Pay-Back/N	25,00%									
VP (benefícios)	R\$ 6.354,56	TMA/TIR	0,96%									
IBC	2,6332		Risco do projeto não se pagar.									
ROIA	1,88%		Risco de ganhar mais aplicando no mercado do que no empreendimento.									
TIR	13,01%	ALFACE										
VPL	R\$ 3.941,30											
VPL (semana)	R\$ 78,33											
Pay-back	13											
TAXA	0,00%	1,30%	2,60%	3,90%	5,20%	6,50%	7,80%	9,10%	10,40%	11,71%	13,01%	14,31%
VPL	R\$ 4.118,40	R\$ 2.629,75	R\$ 1.710,91	R\$ 1.127,84	R\$ 747,64	R\$ 493,23	R\$ 318,86	R\$ 196,73	R\$ 109,58	R\$ 46,39	R\$ 0,00	-R\$ 34,39
TMA	0,12%	R\$ 0,00	TIR	13,01%	R\$ 0,00	RISCO	0,12%	R\$ 1.853,28				
	0,12%	R\$ 3.706,56		13,01%	R\$ 3.706,56		13,01%	R\$ 1.853,28				

Semana	Desembolso	Receita	Fluxo de Caixa	Descapitalização	Semana	Descapitalização	Descapitalização	Descapitalização	Acumulado	Pago
0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 56,33	1	R\$ 56,33	R\$ 0,00	-R\$ 56,33	-R\$ 56,33	Não
2	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 56,26	2	R\$ 56,26	R\$ 0,00	-R\$ 56,26	-R\$ 112,59	Não
3	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 56,19	3	R\$ 56,19	R\$ 0,00	-R\$ 56,19	-R\$ 168,78	Não
4	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 56,12	4	R\$ 56,12	R\$ 0,00	-R\$ 56,12	-R\$ 224,90	Não
5	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 56,05	5	R\$ 56,05	R\$ 0,00	-R\$ 56,05	-R\$ 280,95	Não
6	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 55,98	6	R\$ 55,98	R\$ 0,00	-R\$ 55,98	-R\$ 336,93	Não
7	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 55,91	7	R\$ 55,91	R\$ 0,00	-R\$ 55,91	-R\$ 392,84	Não
8	R\$ 56,40	R\$ 0,00	-R\$ 56,40	-R\$ 55,84	8	R\$ 55,84	R\$ 0,00	-R\$ 55,84	-R\$ 448,69	Não
9	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 92,56	9	R\$ 55,77	R\$ 148,33	R\$ 92,56	-R\$ 356,12	Não
10	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 92,44	10	R\$ 55,70	R\$ 148,14	R\$ 92,44	-R\$ 263,68	Não
11	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 92,33	11	R\$ 55,63	R\$ 147,96	R\$ 92,33	-R\$ 171,36	Não
12	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 92,21	12	R\$ 55,56	R\$ 147,77	R\$ 92,21	-R\$ 79,15	Não
13	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 92,10	13	R\$ 55,49	R\$ 147,59	R\$ 92,10	R\$ 12,95	13
14	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,98	14	R\$ 55,42	R\$ 147,40	R\$ 91,98	R\$ 104,93	14
15	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,87	15	R\$ 55,36	R\$ 147,22	R\$ 91,87	R\$ 196,80	15
16	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,75	16	R\$ 55,29	R\$ 147,04	R\$ 91,75	R\$ 288,55	16
17	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,64	17	R\$ 55,22	R\$ 146,85	R\$ 91,64	R\$ 380,18	17
18	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,52	18	R\$ 55,15	R\$ 146,67	R\$ 91,52	R\$ 471,71	18
19	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,41	19	R\$ 55,08	R\$ 146,49	R\$ 91,41	R\$ 563,12	19
20	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,30	20	R\$ 55,01	R\$ 146,31	R\$ 91,30	R\$ 654,41	20
21	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,18	21	R\$ 54,94	R\$ 146,12	R\$ 91,18	R\$ 745,59	21
22	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 91,07	22	R\$ 54,87	R\$ 145,94	R\$ 91,07	R\$ 836,66	22
23	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,95	23	R\$ 54,81	R\$ 145,76	R\$ 90,95	R\$ 927,62	23
24	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,84	24	R\$ 54,74	R\$ 145,58	R\$ 90,84	R\$ 1.018,46	24
25	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,73	25	R\$ 54,67	R\$ 145,40	R\$ 90,73	R\$ 1.109,18	25
26	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,61	26	R\$ 54,60	R\$ 145,22	R\$ 90,61	R\$ 1.199,80	26
27	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,50	27	R\$ 54,53	R\$ 145,04	R\$ 90,50	R\$ 1.290,30	27
28	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,39	28	R\$ 54,47	R\$ 144,85	R\$ 90,39	R\$ 1.380,69	28
29	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,28	29	R\$ 54,40	R\$ 144,67	R\$ 90,28	R\$ 1.470,97	29
30	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,16	30	R\$ 54,33	R\$ 144,49	R\$ 90,16	R\$ 1.561,13	30
31	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 90,05	31	R\$ 54,26	R\$ 144,31	R\$ 90,05	R\$ 1.651,18	31
32	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,94	32	R\$ 54,19	R\$ 144,13	R\$ 89,94	R\$ 1.741,12	32
33	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,83	33	R\$ 54,13	R\$ 143,95	R\$ 89,83	R\$ 1.830,95	33
34	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,72	34	R\$ 54,06	R\$ 143,78	R\$ 89,72	R\$ 1.920,67	34
35	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,60	35	R\$ 53,99	R\$ 143,60	R\$ 89,60	R\$ 2.010,27	35
36	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,49	36	R\$ 53,92	R\$ 143,42	R\$ 89,49	R\$ 2.099,76	36
37	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,38	37	R\$ 53,86	R\$ 143,24	R\$ 89,38	R\$ 2.189,14	37
38	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,27	38	R\$ 53,79	R\$ 143,06	R\$ 89,27	R\$ 2.278,41	38
39	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,16	39	R\$ 53,72	R\$ 142,88	R\$ 89,16	R\$ 2.367,57	39
40	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 89,05	40	R\$ 53,66	R\$ 142,70	R\$ 89,05	R\$ 2.456,62	40
41	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 88,94	41	R\$ 53,59	R\$ 142,53	R\$ 88,94	R\$ 2.545,55	41
42	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 88,83	42	R\$ 53,52	R\$ 142,35	R\$ 88,83	R\$ 2.634,38	42
43	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 88,71	43	R\$ 53,46	R\$ 142,17	R\$ 88,71	R\$ 2.723,09	43
44	R\$ 56,40	R\$ 150,00	R\$ 93,60	-R\$ 88,60	44	R\$ 53,39	R\$ 141,99	R\$ 88,60	R\$ 2.811,70	44
45	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,82	45	R\$ 0,00	R\$ 141,82	R\$ 141,82	R\$ 2.953,51	45
46	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,64	46	R\$ 0,00	R\$ 141,64	R\$ 141,64	R\$ 3.095,15	46
47	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,46	47	R\$ 0,00	R\$ 141,46	R\$ 141,46	R\$ 3.236,62	47
48	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,29	48	R\$ 0,00	R\$ 141,29	R\$ 141,29	R\$ 3.377,91	48
49	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,11	49	R\$ 0,00	R\$ 141,11	R\$ 141,11	R\$ 3.519,02	49
50	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,94	50	R\$ 0,00	R\$ 140,94	R\$ 140,94	R\$ 3.659,95	50
51	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,76	51	R\$ 0,00	R\$ 140,76	R\$ 140,76	R\$ 3.800,71	51
52	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,58	52	R\$ 0,00	R\$ 140,58	R\$ 140,58	R\$ 3.941,30	52
Total	R\$ 2.413,26	R\$ 6.354,56	R\$ 3.941,30	-						

• Um produto, sem pouso e adubação verde: 1 ano de planejamento

TMA	0,12%	Risco do projeto			
VP (investimentos)	R\$ 3.671,24	Pay-Back/N	36,54%	Risco do projeto não se pagar.	
VP (benefícios)	R\$ 6.354,56	TMA/TIR	1,72%	Risco de ganhar mais aplicando no mercado do que no empreendimento.	
IBC	1,7309				
ROIA	1,06%				
TIR	7,23%				
VPL	R\$ 2.683,32				
VPL (semana)	R\$ 53,33	ALFACE			
Pay-back	19				

TAXA	0,00%	0,72%	1,45%	2,17%	2,89%	3,62%	4,34%	5,06%	5,79%	6,51%	7,23%	7,96%
VPL	R\$ 2.624,80	R\$ 2.096,35	R\$ 1.551,81	R\$ 1.141,63	R\$ 830,32	R\$ 592,29	R\$ 408,97	R\$ 266,82	R\$ 155,87	R\$ 68,76	R\$ 0,00	-R\$ 64,52
TMA	0,12%	R\$ 0,00	TIR	7,23%	R\$ 0,00	RISCO	0,12%	R\$ 1.271,16				
	0,12%	R\$ 2.542,32		7,23%	R\$ 2.542,32		7,23%	R\$ 1.271,16				

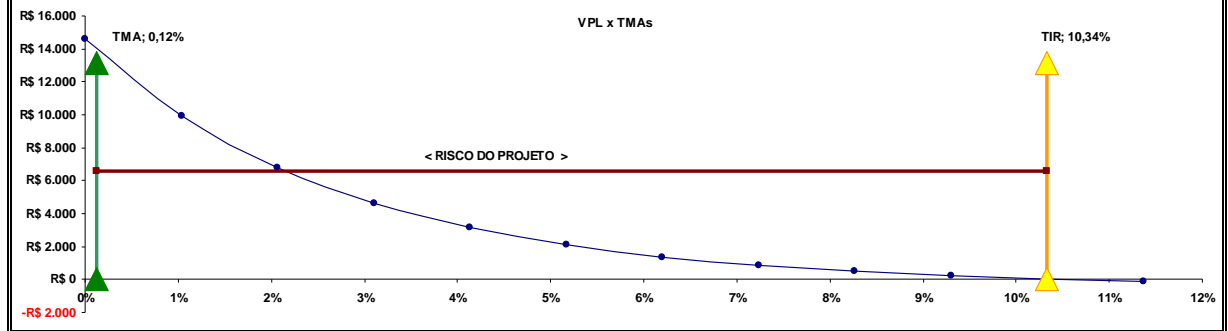


Semana	Desembolso	Receita	Fluxo de Caixa	Descapitalização	Semana	Descapitalização	Descapitalização	Descapitalização	Acumulado	Pago
0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-
1	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,69	1	R\$ 85,69	R\$ 0,00	-R\$ 85,69	-R\$ 85,69	Não
2	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,69	2	R\$ 85,69	R\$ 0,00	-R\$ 85,69	-R\$ 171,28	Não
3	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,48	3	R\$ 85,48	R\$ 0,00	-R\$ 85,48	-R\$ 256,76	Não
4	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,37	4	R\$ 85,37	R\$ 0,00	-R\$ 85,37	-R\$ 342,13	Não
5	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,27	5	R\$ 85,27	R\$ 0,00	-R\$ 85,27	-R\$ 427,40	Não
6	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,16	6	R\$ 85,16	R\$ 0,00	-R\$ 85,16	-R\$ 512,56	Não
7	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 85,05	7	R\$ 85,05	R\$ 0,00	-R\$ 85,05	-R\$ 597,61	Não
8	R\$ 85,80	R\$ 0,00	-R\$ 85,80	-R\$ 84,95	8	R\$ 84,95	R\$ 0,00	-R\$ 84,95	-R\$ 682,56	Não
9	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,48	9	R\$ 84,84	R\$ 148,33	R\$ 63,48	-R\$ 619,08	Não
10	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,40	10	R\$ 84,74	R\$ 148,14	R\$ 63,40	-R\$ 555,67	Não
11	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,33	11	R\$ 84,63	R\$ 147,96	R\$ 63,33	-R\$ 492,25	Não
12	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,25	12	R\$ 84,53	R\$ 147,77	R\$ 63,25	-R\$ 429,10	Não
13	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,17	13	R\$ 84,42	R\$ 147,59	R\$ 63,17	-R\$ 365,93	Não
14	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,09	14	R\$ 84,32	R\$ 147,40	R\$ 63,09	-R\$ 302,85	Não
15	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 63,01	15	R\$ 84,21	R\$ 147,22	R\$ 63,01	-R\$ 239,83	Não
16	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,93	16	R\$ 84,11	R\$ 147,04	R\$ 62,93	-R\$ 176,90	Não
17	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,85	17	R\$ 84,00	R\$ 146,85	R\$ 62,85	-R\$ 114,05	Não
18	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,76	18	R\$ 83,90	R\$ 146,67	R\$ 62,76	-R\$ 51,27	Não
19	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,70	19	R\$ 83,79	R\$ 146,49	R\$ 62,70	R\$ 11,42	19
20	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,62	20	R\$ 83,69	R\$ 146,31	R\$ 62,62	R\$ 74,04	20
21	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,54	21	R\$ 83,58	R\$ 146,12	R\$ 62,54	R\$ 136,58	21
22	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,46	22	R\$ 83,48	R\$ 145,94	R\$ 62,46	R\$ 199,05	22
23	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,39	23	R\$ 83,37	R\$ 145,76	R\$ 62,39	R\$ 261,43	23
24	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,31	24	R\$ 83,27	R\$ 145,58	R\$ 62,31	R\$ 323,74	24
25	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,23	25	R\$ 83,17	R\$ 145,40	R\$ 62,23	R\$ 386,97	25
26	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,15	26	R\$ 83,06	R\$ 145,22	R\$ 62,15	R\$ 448,12	26
27	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,08	27	R\$ 82,96	R\$ 145,04	R\$ 62,08	R\$ 510,20	27
28	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 62,00	28	R\$ 82,86	R\$ 144,85	R\$ 62,00	R\$ 572,20	28
29	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,92	29	R\$ 82,75	R\$ 144,67	R\$ 61,92	R\$ 634,12	29
30	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,84	30	R\$ 82,65	R\$ 144,49	R\$ 61,84	R\$ 695,96	30
31	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,77	31	R\$ 82,55	R\$ 144,31	R\$ 61,77	R\$ 757,73	31
32	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,69	32	R\$ 82,44	R\$ 144,13	R\$ 61,69	R\$ 819,42	32
33	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,61	33	R\$ 82,34	R\$ 143,95	R\$ 61,61	R\$ 881,03	33
34	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,54	34	R\$ 82,24	R\$ 143,78	R\$ 61,54	R\$ 942,56	34
35	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,46	35	R\$ 82,14	R\$ 143,60	R\$ 61,46	R\$ 1.004,02	35
36	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,38	36	R\$ 82,03	R\$ 143,42	R\$ 61,38	R\$ 1.065,41	36
37	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,31	37	R\$ 81,93	R\$ 143,24	R\$ 61,31	R\$ 1.126,71	37
38	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,23	38	R\$ 81,83	R\$ 143,06	R\$ 61,23	R\$ 1.187,94	38
39	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,15	39	R\$ 81,73	R\$ 142,88	R\$ 61,15	R\$ 1.249,09	39
40	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,08	40	R\$ 81,63	R\$ 142,70	R\$ 61,08	R\$ 1.310,17	40
41	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 61,00	41	R\$ 81,52	R\$ 142,53	R\$ 61,00	R\$ 1.371,17	41
42	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 60,93	42	R\$ 81,42	R\$ 142,35	R\$ 60,93	R\$ 1.432,10	42
43	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 60,85	43	R\$ 81,32	R\$ 142,17	R\$ 60,85	R\$ 1.492,95	43
44	R\$ 85,80	R\$ 150,00	R\$ 64,20	R\$ 60,77	44	R\$ 81,22	R\$ 141,99	R\$ 60,77	R\$ 1.553,72	44
45	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 60,70	45	R\$ 81,12	R\$ 141,82	R\$ 60,70	R\$ 1.614,42	45
46	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,82	46	R\$ 0,00	R\$ 141,64	R\$ 141,64	R\$ 1.675,06	46
47	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,64	47	R\$ 0,00	R\$ 141,46	R\$ 141,46	R\$ 1.735,52	47
48	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,46	48	R\$ 0,00	R\$ 141,29	R\$ 141,29	R\$ 1.795,81	48
49	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 141,11	49	R\$ 0,00	R\$ 141,11	R\$ 141,11	R\$ 1.855,92	49
50	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,94	50	R\$ 0,00	R\$ 140,94	R\$ 140,94	R\$ 1.915,86	50
51	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,76	51	R\$ 0,00	R\$ 140,76	R\$ 140,76	R\$ 1.975,61	51
52	R\$ 0,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00	R\$ 140,58	52	R\$ 0,00	R\$ 140,58	R\$ 140,58	R\$ 2.035,03	52
					Total	R\$ 3.671,24	R\$ 6.354,56	R\$ 2.683,32	-	-

• Dois produtos, com pouso e adubação verde: 1 ano

TMA	0,125%	Risco do projeto (empreendimento)							
VP (investimentos)	R\$ 7.445,23	Pay-Back/N	34,62%	Risco do projeto (empreendimento) não se pagar.					
VP (benefícios)	R\$ 21.399,95	TMA/TIR	1,21%	Risco de ganhar mais aplicando no mercado do que no empreendimento.					
IBC	2,8743								
ROIA	2,05%								
TIR	10,34%								
VPL	R\$ 13.954,72			ALFACE x CENOURA					
VPL (semana)	R\$ 277,32								
Pay-back	18								

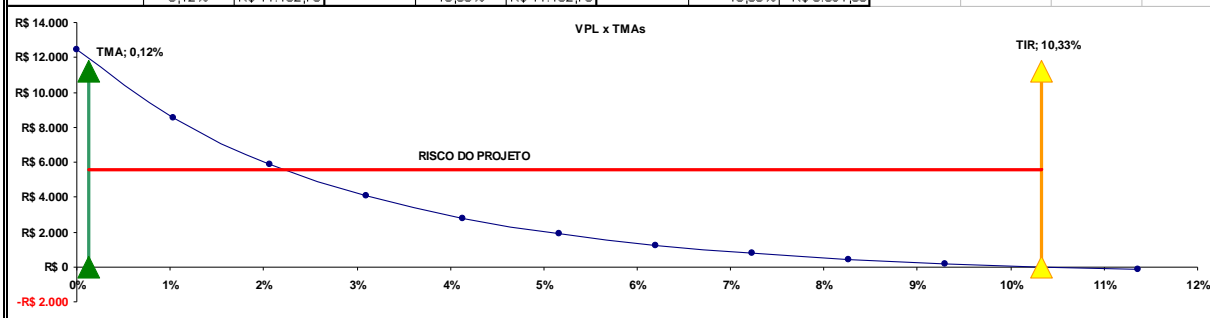
TAXA	0,00%	1,03%	2,07%	3,10%	4,13%	5,17%	6,20%	7,24%	8,27%	9,30%	10,34%	11,37%
VPL	R\$ 14.631,36	R\$ 9.916,37	R\$ 6.758,70	R\$ 4.613,65	R\$ 3.136,08	R\$ 2.104,57	R\$ 1.375,33	R\$ 853,75	R\$ 476,80	R\$ 201,92	R\$ 0,00	-R\$ 149,11
TMA	0,12%	R\$ 0,00	TIR	10,34%	R\$ 0,00	RISCO	0,12%	R\$ 6.584,11				
	0,12%	R\$ 13.168,22		10,34%	R\$ 13.168,22		10,34%	R\$ 6.584,11				



Semana	Desembolso	Receita	Fluxo de Caixa	Descapitalização	Semana	Descapitalização	Descapitalização	Descapitalização	Acumulado	Pago
0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-
1	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 189,12	1	R\$ 189,12	R\$ 0,00	-R\$ 189,12	-R\$ 189,12	Não
2	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,89	2	R\$ 188,89	R\$ 0,00	-R\$ 188,89	-R\$ 378,01	Não
3	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,65	3	R\$ 188,65	R\$ 0,00	-R\$ 188,65	-R\$ 566,67	Não
4	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,42	4	R\$ 188,42	R\$ 0,00	-R\$ 188,42	-R\$ 755,08	Não
5	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,18	5	R\$ 188,18	R\$ 0,00	-R\$ 188,18	-R\$ 943,27	Não
6	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,95	6	R\$ 187,95	R\$ 0,00	-R\$ 187,95	-R\$ 1.131,22	Não
7	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,71	7	R\$ 187,71	R\$ 0,00	-R\$ 187,71	-R\$ 1.318,93	Não
8	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,48	8	R\$ 187,48	R\$ 0,00	-R\$ 187,48	-R\$ 1.506,41	Não
9	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,41	9	R\$ 187,25	R\$ 296,65	R\$ 109,41	-R\$ 1.387,01	Não
10	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,27	10	R\$ 187,01	R\$ 296,28	R\$ 109,27	-R\$ 1.267,74	Não
11	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,13	11	R\$ 186,78	R\$ 295,91	R\$ 109,13	-R\$ 1.148,60	Não
12	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,99	12	R\$ 186,55	R\$ 295,55	R\$ 108,99	-R\$ 1.029,61	Não
13	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,86	13	R\$ 186,32	R\$ 295,18	R\$ 108,86	-R\$ 910,75	Não
14	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,73	14	R\$ 186,08	R\$ 294,81	R\$ 108,73	-R\$ 792,02	Não
15	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,59	15	R\$ 185,85	R\$ 294,44	R\$ 108,59	-R\$ 673,43	Não
16	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,46	16	R\$ 185,62	R\$ 294,08	R\$ 108,46	-R\$ 554,97	Não
17	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 355,04	17	R\$ 185,39	R\$ 540,42	R\$ 355,04	-R\$ 215,24	Não
18	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 354,59	18	R\$ 185,16	R\$ 539,75	R\$ 354,59	R\$ 74,65	18
19	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 354,15	19	R\$ 184,93	R\$ 539,08	R\$ 354,15	R\$ 428,81	19
20	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 353,71	20	R\$ 184,70	R\$ 538,41	R\$ 353,71	R\$ 782,52	20
21	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 353,27	21	R\$ 184,47	R\$ 537,74	R\$ 353,27	R\$ 1.136,79	21
22	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 352,83	22	R\$ 184,24	R\$ 537,07	R\$ 352,83	R\$ 1.489,62	22
23	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 352,39	23	R\$ 184,01	R\$ 536,40	R\$ 352,39	R\$ 1.841,01	23
24	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,95	24	R\$ 183,78	R\$ 535,73	R\$ 351,95	R\$ 2.191,96	24
25	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,51	25	R\$ 183,55	R\$ 535,06	R\$ 351,51	R\$ 2.544,47	25
26	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,07	26	R\$ 183,32	R\$ 534,40	R\$ 351,07	R\$ 2.896,54	26
27	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 350,64	27	R\$ 183,09	R\$ 533,73	R\$ 350,64	R\$ 3.246,18	27
28	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 350,20	28	R\$ 182,86	R\$ 533,06	R\$ 350,20	R\$ 3.596,38	28
29	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 349,76	29	R\$ 182,64	R\$ 532,40	R\$ 349,76	R\$ 3.946,14	29
30	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 349,33	30	R\$ 182,41	R\$ 531,74	R\$ 349,33	R\$ 4.295,47	30
31	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,89	31	R\$ 182,18	R\$ 531,07	R\$ 348,89	R\$ 4.644,37	31
32	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,46	32	R\$ 181,95	R\$ 530,41	R\$ 348,46	R\$ 4.992,82	32
33	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,02	33	R\$ 181,73	R\$ 529,75	R\$ 348,02	R\$ 5.340,85	33
34	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 347,59	34	R\$ 181,50	R\$ 529,09	R\$ 347,59	R\$ 5.688,44	34
35	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 347,16	35	R\$ 181,28	R\$ 528,43	R\$ 347,16	R\$ 6.036,60	35
36	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 346,73	36	R\$ 181,05	R\$ 527,77	R\$ 346,73	R\$ 6.382,32	36
37	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 346,30	37	R\$ 180,83	R\$ 527,12	R\$ 346,30	R\$ 6.727,64	37
38	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,87	38	R\$ 180,60	R\$ 526,46	R\$ 345,87	R\$ 7.072,57	38
39	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,44	39	R\$ 180,38	R\$ 525,80	R\$ 345,44	R\$ 7.417,11	39
40	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,01	40	R\$ 180,15	R\$ 525,15	R\$ 345,01	R\$ 7.761,26	40
41	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 344,58	41	R\$ 179,93	R\$ 524,50	R\$ 344,58	R\$ 8.105,01	41
42	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 344,15	42	R\$ 179,71	R\$ 523,84	R\$ 344,15	R\$ 8.448,47	42
43	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 343,73	43	R\$ 179,49	R\$ 523,19	R\$ 343,73	R\$ 8.791,64	43
44	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 343,30	44	R\$ 179,27	R\$ 522,54	R\$ 343,30	R\$ 9.134,51	44
45	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,88	45	R\$ 179,05	R\$ 521,89	R\$ 342,88	R\$ 9.477,07	45
46	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,46	46	R\$ 178,83	R\$ 521,24	R\$ 342,46	R\$ 9.819,32	46
47	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,04	47	R\$ 178,61	R\$ 520,59	R\$ 342,04	R\$ 10.161,36	47
48	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 341,63	48	R\$ 178,39	R\$ 519,94	R\$ 341,63	R\$ 10.503,19	48
49	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 341,22	49	R\$ 178,17	R\$ 519,29	R\$ 341,22	R\$ 10.844,72	49
50	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 340,81	50	R\$ 177,95	R\$ 518,64	R\$ 340,81	R\$ 11.186,04	50
51	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 340,40	51	R\$ 177,73	R\$ 517,99	R\$ 340,40	R\$ 11.527,07	51
52	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 340,00	52	R\$ 177,51	R\$ 517,35	R\$ 340,00	R\$ 11.867,82	52
Total	R\$ 7.445,23	R\$ 21.399,95	R\$ 13.954,72							

• Dois produtos, sem pouso e adubação verde

TMA	0,125%	Risco do projeto (empreendimento)										
VP (investimentos)	R\$ 9.528,41	Pay-Back/N	34,62%									
VP (benefícios)	R\$ 29.590,47	TMA/TIR	1,21%									
IBC	3,1055	Risco de ganhar mais aplicando na poupança do que no empreendimento.										
ROIA	1,68%	ALFACE x CENOURA										
TIR	10,33%											
VPL	R\$ 20.062,06											
VPL (semana)	R\$ 398,70											
Pay-back	18											
TAXA	0,00%	1,03%	2,07%	3,10%	4,13%	5,17%	6,20%	7,23%	8,26%	9,30%	10,33%	11,36%
VPL	R\$ 12.425,28	R\$ 8.541,91	R\$ 5.896,69	R\$ 4.069,55	R\$ 2.790,51	R\$ 1.683,77	R\$ 1.233,43	R\$ 762,06	R\$ 417,23	R\$ 163,03	-R\$ 25,51	-R\$ 165,92
TMA	0,12%	R\$ 0,00	TIR	10,33%	R\$ 0,00	RISCO	10,33%	R\$ 5.591,38				



Semana	Despesa (Custo)	Receita	Fluxo de Caixa	Descapitalização	Semana	Descapitalização	Descapitalização	Descapitalização	Acumulado	Pago
0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	-
1	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 189,12	1	R\$ 189,12	R\$ 0,00	-R\$ 189,12	-R\$ 189,12	Não
2	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 189,89	2	R\$ 189,89	R\$ 0,00	-R\$ 189,89	-R\$ 379,01	Não
3	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,65	3	R\$ 188,65	R\$ 0,00	-R\$ 188,65	-R\$ 567,67	Não
4	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,42	4	R\$ 188,42	R\$ 0,00	-R\$ 188,42	-R\$ 756,09	Não
5	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 188,18	5	R\$ 188,18	R\$ 0,00	-R\$ 188,18	-R\$ 944,27	Não
6	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,95	6	R\$ 187,95	R\$ 0,00	-R\$ 187,95	-R\$ 1.131,22	Não
7	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,71	7	R\$ 187,71	R\$ 0,00	-R\$ 187,71	-R\$ 1.318,93	Não
8	R\$ 189,36	R\$ 0,00	-R\$ 189,36	-R\$ 187,48	8	R\$ 187,48	R\$ 0,00	-R\$ 187,48	-R\$ 1.506,41	Não
9	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,41	9	R\$ 109,41	R\$ 296,65	R\$ 109,41	-R\$ 1.397,01	Não
10	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,27	10	R\$ 109,27	R\$ 295,26	R\$ 109,27	-R\$ 1.287,74	Não
11	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 109,13	11	R\$ 109,13	R\$ 293,91	R\$ 109,13	-R\$ 1.178,60	Não
12	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,98	12	R\$ 108,98	R\$ 292,58	R\$ 108,98	-R\$ 1.069,61	Não
13	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,86	13	R\$ 108,86	R\$ 291,26	R\$ 108,86	-R\$ 960,75	Não
14	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,73	14	R\$ 108,73	R\$ 289,94	R\$ 108,73	-R\$ 852,02	Não
15	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,59	15	R\$ 108,59	R\$ 288,64	R\$ 108,59	-R\$ 743,43	Não
16	R\$ 189,36	R\$ 300,00	R\$ 110,64	R\$ 108,46	16	R\$ 108,46	R\$ 287,34	R\$ 108,46	-R\$ 634,97	Não
17	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 355,04	17	R\$ 355,04	R\$ 540,42	R\$ 355,04	-R\$ 279,94	Não
18	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 354,59	18	R\$ 354,59	R\$ 539,72	R\$ 354,59	-R\$ 74,85	19
19	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 354,15	19	R\$ 354,15	R\$ 539,08	R\$ 354,15	R\$ 428,81	19
20	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 353,71	20	R\$ 353,71	R\$ 538,41	R\$ 353,71	R\$ 782,52	20
21	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 353,27	21	R\$ 353,27	R\$ 537,74	R\$ 353,27	R\$ 1.136,79	21
22	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 352,83	22	R\$ 352,83	R\$ 537,07	R\$ 352,83	R\$ 1.491,62	22
23	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 352,39	23	R\$ 352,39	R\$ 536,40	R\$ 352,39	R\$ 1.847,01	23
24	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,95	24	R\$ 351,95	R\$ 535,73	R\$ 351,95	R\$ 2.192,96	24
25	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,51	25	R\$ 351,51	R\$ 535,06	R\$ 351,51	R\$ 2.540,47	25
26	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 351,07	26	R\$ 351,07	R\$ 534,40	R\$ 351,07	R\$ 2.889,54	26
27	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 350,64	27	R\$ 350,64	R\$ 533,73	R\$ 350,64	R\$ 3.240,18	27
28	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 350,20	28	R\$ 350,20	R\$ 533,06	R\$ 350,20	R\$ 3.592,38	28
29	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 349,76	29	R\$ 349,76	R\$ 532,40	R\$ 349,76	R\$ 3.946,14	29
30	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 349,33	30	R\$ 349,33	R\$ 531,74	R\$ 349,33	R\$ 4.295,47	30
31	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,89	31	R\$ 348,89	R\$ 531,07	R\$ 348,89	R\$ 4.644,37	31
32	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,46	32	R\$ 348,46	R\$ 530,41	R\$ 348,46	R\$ 4.993,82	32
33	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 348,02	33	R\$ 348,02	R\$ 529,74	R\$ 348,02	R\$ 5.343,85	33
34	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 347,59	34	R\$ 347,59	R\$ 529,09	R\$ 347,59	R\$ 5.694,44	34
35	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 347,16	35	R\$ 347,16	R\$ 528,43	R\$ 347,16	R\$ 6.045,60	35
36	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 346,73	36	R\$ 346,73	R\$ 527,77	R\$ 346,73	R\$ 6.397,32	36
37	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 346,29	37	R\$ 346,29	R\$ 527,12	R\$ 346,29	R\$ 6.749,61	37
38	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,86	38	R\$ 345,86	R\$ 526,46	R\$ 345,86	R\$ 7.102,48	38
39	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,43	39	R\$ 345,43	R\$ 525,80	R\$ 345,43	R\$ 7.455,91	39
40	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 345,00	40	R\$ 345,00	R\$ 525,15	R\$ 345,00	R\$ 7.810,91	40
41	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 344,57	41	R\$ 344,57	R\$ 524,50	R\$ 344,57	R\$ 8.167,48	41
42	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 344,14	42	R\$ 344,14	R\$ 523,84	R\$ 344,14	R\$ 8.525,62	42
43	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 343,71	43	R\$ 343,71	R\$ 523,19	R\$ 343,71	R\$ 8.885,33	43
44	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 343,28	44	R\$ 343,28	R\$ 522,54	R\$ 343,28	R\$ 9.246,61	44
45	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,86	45	R\$ 342,86	R\$ 521,89	R\$ 342,86	R\$ 9.609,47	45
46	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,43	46	R\$ 342,43	R\$ 521,24	R\$ 342,43	R\$ 9.973,90	46
47	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 342,00	47	R\$ 342,00	R\$ 520,59	R\$ 342,00	R\$ 10.340,90	47
48	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 341,58	48	R\$ 341,58	R\$ 519,94	R\$ 341,58	R\$ 10.710,36	48
49	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 341,15	49	R\$ 341,15	R\$ 519,29	R\$ 341,15	R\$ 11.082,63	49
50	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 340,73	50	R\$ 340,73	R\$ 518,64	R\$ 340,73	R\$ 11.457,86	50
51	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 340,30	51	R\$ 340,30	R\$ 518,00	R\$ 340,30	R\$ 11.836,06	51
52	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 339,88	52	R\$ 339,88	R\$ 517,35	R\$ 339,88	R\$ 12.217,21	52
53	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 339,46	53	R\$ 339,46	R\$ 516,71	R\$ 339,46	R\$ 12.601,42	53
54	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 339,04	54	R\$ 339,04	R\$ 516,06	R\$ 339,04	R\$ 13.000,69	54
55	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 338,62	55	R\$ 338,62	R\$ 515,42	R\$ 338,62	R\$ 13.415,13	55
56	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 338,20	56	R\$ 338,20	R\$ 514,78	R\$ 338,20	R\$ 13.845,83	56
57	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 337,78	57	R\$ 337,78	R\$ 514,14	R\$ 337,78	R\$ 14.292,97	57
58	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 337,36	58	R\$ 337,36	R\$ 513,50	R\$ 337,36	R\$ 14.757,55	58
59	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 336,94	59	R\$ 336,94	R\$ 512,86	R\$ 336,94	R\$ 15.240,59	59
60	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 336,52	60	R\$ 336,52	R\$ 512,22	R\$ 336,52	R\$ 15.743,09	60
61	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 336,10	61	R\$ 336,10	R\$ 511,58	R\$ 336,10	R\$ 16.266,06	61
62	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 335,68	62	R\$ 335,68	R\$ 510,94	R\$ 335,68	R\$ 16.810,50	62
63	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 335,26	63	R\$ 335,26	R\$ 510,31	R\$ 335,26	R\$ 17.376,51	63
64	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 334,84	64	R\$ 334,84	R\$ 509,67	R\$ 334,84	R\$ 17.965,09	64
65	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 334,42	65	R\$ 334,42	R\$ 509,04	R\$ 334,42	R\$ 18.576,34	65
66	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 334,00	66	R\$ 334,00	R\$ 508,40	R\$ 334,00	R\$ 19.210,35	66
67	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 333,58	67	R\$ 333,58	R\$ 507,77	R\$ 333,58	R\$ 19.868,12	67
68	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 333,16	68	R\$ 333,16	R\$ 507,14	R\$ 333,16	R\$ 20.549,76	68
69	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 332,74	69	R\$ 332,74	R\$ 506,51	R\$ 332,74	R\$ 21.256,27	69
70	R\$ 189,36	R\$ 552,00	R\$ 362,64	R\$ 332,32	70	R\$ 332,32	R\$ 505,88	R\$ 332,32	R\$ 22.000,65	70
Total	R\$ 9.528,41	R\$ 29.590,47	R\$ 20.062,06	-						

Nome do arquivo: TESE_COMPLETA_DONIZETTI_26janeiro2011_tarde_preto
Pasta: D:\TESE_DONIZETTI_2011
Modelo: C:\Users\User\AppData\Roaming\Microsoft\Modelos\Normal.dot
Título: TESE_DONIZETTI
Assunto:
Autor: José DONIZETTI de Lima
Palavras-chave:
Comentários:
Data de criação: 26/01/2011 15:58:00
Número de alterações: 3
Última gravação: 26/01/2011 15:58:00
Salvo por: User
Tempo total de edição: 0 Minutos
Última impressão: 26/01/2011 16:06:00
Como a última impressão
Número de páginas: 255
Número de palavras: 98.130 (aprox.)
Número de caracteres:529.903 (aprox.)