



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS (PPGCTA)**

**PROSPECÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS, ANTIBACTERIANAS E
FÍSICO-QUÍMICAS DE *PORTULACA OLERACEA* L. (BELDROEGA)**

Paula Maria Alexandre Mangoba

**Porto Alegre
2015**

Paula Maria Alexandre Mangoba

PROSPECÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS, ANTIBACTERIANAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE *PORTULACA OLERACEA* L. (BELDROEGA)

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como um dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr José Maria Wiest

**Porto Alegre
2015**

CIP - Catalogação na Publicação

Mangoba, Paula Maria Alexandre

Prospecção de características fitoquímicas, antibacterianas e físico-químicas de *Portulaca oleracea* L. (beldroega) / Paula Maria Alexandre Mangoba. -- 2015.

84 f.

Orientadora: José Maria Wiest.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Atividade antibacteriana. 2. *Portulaca oleracea* L.. 3. compostos fitoquímicos. 4. Atividade antioxidante. 5. Composição nutricional. I. Wiest, José Maria, orient. II. Título.

Paula Maria Alexandre Mangoba

PROSPECÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS, ANTIBACTERIANAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE *PORTULACA OLERACEA* L. (BELDROEGA)

Submetida como parte dos requisitos para obtenção do grau de

MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ESPECIALIDADE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE ALIMENTOS.

Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre, RS, Brasil.

Aprovada em: 23/02 /2015

Pela Comissão Julgadora:

Prof. Dr. José Maria Wiest

Orientador – PPGCTA/UFRGS

Prof. Dra. Ingrid B. Inchausti de Barros

Faculdade de Agronomia/UFRGS

Prof. Dra. Heloisa Helena C. Carvalho

IPA/IMEC

Prof. Dr. Caciano P. Z. Noreña

ICTA/UFRGS

Homologada em: / /

por:

Profa. Dra. Rosane Rech

Coordenadora do PPGCTA/ICTA

Prof. Dr. Vitor Manfroi

Diretor do ICTA/UFRGS

Dedico

Aqueles que me proporcionaram o que de mais significativo tenho na minha Vida – a minha formação – minha Mãe, meus irmãos e meu Pai *in memoria*.

AGRADECIMENTOS

É nos momentos em que somos postos à prova que mais precisamos dos poderes revitalizantes, renovadores e reconstituintes da gratidão. Assim não posso deixar de manifestar o meu agradecimento a todos aqueles que me acompanharam e de algum modo contribuíram para a realização desta dissertação.

Em primeiro lugar agradeço a Deus por consentir a minha “matrícula” nesta magnífica disciplina que é a Vida e pela graça de poder desfrutá-la, com respeito, amor e esperança, na busca de evolução espiritual.

Ao meu Orientador, Prof. Doutor José Maria Wiest pela orientação, incentivo e exemplo profissional, sobretudo pelos conhecimentos transmitidos sobre os sabores e saberes tradicionais.

À todo corpo Docente do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre/RS pelo ensinamento durante a formação.

À Profa. Doutora Heloísa Helena Chaves Carvalho pelo apoio constante, pelas valiosas sugestões e sábias palavras.

Ao grupo de pesquisa constituído pelo Giovani Girolometto, Aline Campos Vieira, António Elísio José, Marcelo Pinto Paim e Simone Weschenfelder, o meu muito obrigado pelo aprendizado, pela amizade e pela ajuda no trabalho experimental.

À Vanessa Bernardi Braga pelo apoio na elaboração das exsiccatas e pela amizade.

Ao Roberval do Laboratório de Bromatologia do ICTA, pela ajuda prestada nas análises bromatológicas.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À minha família que me apoiou incondicionalmente e com amor me acompanhou durante o percurso académico, em especial a minha mãe, Joaquina Maria António, aos meus irmãos

Lurdes, Manuela, Suzy, M^a das Dores, Hamilton e Florival, aos meus cunhados, Badru, Abdul, Emidio e David. Aos meus sobrinhos Nádma, Sueima, Pajo, Chelton e Wagner da Silva.

E finalmente ao Noé, meu namorado, pelos conselhos e sobretudo pelo respeito, apoio moral, companheirismo em todos momentos difíceis e compreensão, ainda que a distância, que sempre me soube dedicar sem os quais esta trajetória não seria a mesma.

A todos aqueles que aqui não foram mencionados por falha ou absoluta falta de memória, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos, aqui fica a minha reconhecida gratidão.

Paula Maria Alexandre Mangoba

"Descobri como é bom chegar quando se tem paciência, e para chegar onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso antes de mais nada, querer"

Amyr Klink

RESUMO

A *Portulaca oleracea* L. (beldroega) possui propriedades antioxidantes e antimicrobianas, podendo ser utilizada como planta medicinal e alimento funcional. O estudo objetivou determinar: a composição centesimal e mineral da beldroega *in natura*; a intensidade da atividade de inibição bacteriana (IINIB) e a intensidade da atividade de inativação bacteriana (IINAB) das concentrações de 50, 25, 12.5 e 6.25 % de extratos alcoólicos da beldroega sobre diferentes inóculos bacterianos de interesse em alimentos (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Enteritidis e *Enterococcus faecalis*), pelo método do Sistema de Tubos Múltiplos; a atividade antioxidante pelo método de DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazil), relacionando-as com a presença de polifenóis totais e antocianinas determinados pelo método Folin-Ciocalteu e do pH diferencial, respectivamente. Os teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas totais, fibra bruta, carboidratos e valor energético em base úmida foram de 91.23 ± 0.39 , 1.67 ± 0.30 , 0.37 ± 0.09 , 1.22 ± 0.16 , 1.45 ± 0.08 , $4.05 \pm 0.27\%$ e 109.52 ± 6.46 KJ.100g⁻¹, respectivamente. Em base seca os teores de proteínas, lipídeos, cinzas totais, fibra bruta e carboidratos foram de 17.40 ± 2.36 , 3.85 ± 1.06 , 12.79 ± 2.32 , 16.57 ± 0.31 e $42.09 \pm 0.89\%$, respectivamente. As folhas e talos da beldroega demonstraram ser excelentes fontes de Fe (10.5 mg.100⁻¹) e K (9100 mg.100⁻¹). A bactéria mais sensível ao extrato da planta foi a *Escherichia coli* e a menos sensível foi o *Staphylococcus aureus*. Os teores dos polifenóis totais e antocianinas foram superiores na concentração de 50% tendo-se obtido os seguintes valores 51.46 ± 0.26 mgEAG.100g⁻¹ e 8.05 ± 0.06 mg.100g⁻¹, respectivamente. Houve diferença significativa destes compostos bioativos com a variação da concentração ($p \leq 0.05$). O percentual de inibição máximo na concentração de 50 % foi de 61.31% sugerindo que o extrato possui atividade antioxidante moderada e nas restantes concentrações mostrou-se fraca. Os resultados desta pesquisa fundamentam a caracterização nutricional e a atividade antibacteriana potencial da beldroega como planta comestível não convencional, buscando estabelecer a relação estrutura-atividade.

Palavras Chaves: atividade antibacteriana; *Portulaca oleracea* L.; compostos fitoquímicos, atividade antioxidante, composição nutricional

ABSTRACT

Portulaca oleracea L. (purslane) has antioxidant and antimicrobial properties and can be used as a medicinal plant and functional food. The study aimed to determine the proximate and mineral composition of fresh purslane; the intensity of bacterial inhibition activity (IINIB) and the intensity of bacterial inactivation activity (IINAB) in concentrations of 50, 25, 12.5 and 6.25% from aerial parts ethanolic extracts of purslane on different bacterial inocula of interest in food (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Enteritidis and *Enterococcus faecalis*) by the method of Multiple Tube System, antioxidant activity by DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrihidrazil) and relating them to the presence of total polyphenols and anthocyanins evaluated by Folin-Ciocalteu and differential pH methods, respectively. The moisture, protein, fat, total ash, crude fiber, carbohydrates and energy value on wet basis were 91.23 ± 0.39 , 1.67 ± 0.30 , 0.37 ± 0.09 , 1.22 ± 0.16 , 1.45 ± 0.08 , $4.05 \pm 0.27\%$ and $109.52 \pm 6.46 \text{ KJ} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectively. On dry basis the values of protein, fat, total ash, crude fiber and carbohydrates were 17.40 ± 2.36 , 3.85 ± 1.06 , 12.79 ± 2.32 , 16.57 ± 0.31 and $42.09 \pm 0.89\%$, respectively. The leaves and stems of purslane proved to be excellent sources of Fe ($10.5 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$) and K ($9100 \text{ mg} \cdot 100^{-1}$). The most sensitive bacteria to the extract were *Escherichia coli* and the less one was *Staphylococcus aureus*. The content of total polyphenols and anthocyanins were higher at a concentration of 50% yielding the following values $51.46 \pm 0.26 \text{ mg EAG} \cdot 100\text{g}^{-1}$, $8.05 \pm 0.06 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectively. There were significant differences of these bioactive compounds by varying the concentration ($p \leq 0.05$). The maximum percentage inhibition at a concentration of 50% was 61.31% suggesting that the extract has a moderate antioxidant activity and the remaining concentrations was weak. The findings of this research grounded the nutritional characterization and potential antibacterial activity of purslane as unconventional edible plant, seeking to establish the relationship structure-activity.

Key words: Antibacterial activity; *Portulaca oleracea* L.; phytochemical compounds, antioxidant activity, nutritional composition

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1** - *Portulaca oleracea* L. (beldroega).....21
- Figura 2** - Frutos da *Portulaca oleracea* L. (beldroega) com sementes.....23
- Figura 3** - Localização da área de estudo.....25
- Figura 4** - Estrutura de antocianinas encontradas em alimentos.....42

Capítulo II

- Figura 1** - Correlação entre o teor de polifenóis totais e o teor de antocianinas com os valores de atividade antioxidante dos extratos alcoólicos da beldroega usando o DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazil).....74

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 - Plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar com atividade anti-estafilocócica.....	27
--	----

Capítulo II

Tabela 1 - Representação dos números ordinais arbitrários de intensidade de atividade atribuídos às variáveis de Intensidade de Atividade de Inibição Bacteriana/bacteriostasia (IINIB) e Intensidade de Atividade de Inativação Bacteriana/bactericidia (IINAB), e suas correspondentes diluições e doses infectantes dos inóculos.....	68
---	----

Tabela 2 - Análise físico-química das partes aéreas da beldroega (%) em base úmida e base seca.....	69
--	----

Tabela 3 - Teores médios de micro e macrominerais nas folhas e talos da beldroega em base seca.....	71
--	----

Tabela 4 - Teores médios de polifenóis totais e antocianinas nos extratos alcoólicos das partes aéreas da beldroega em diferentes concentrações.....	72
---	----

Tabela 5 - Atividade antioxidante (%) dos extratos alcoólicos das partes aéreas da <i>Portulaca oleracea</i> L. (beldroega) em diferentes concentrações e quatro tempos de inibição.....	73
---	----

Tabela 6 - Avaliação dos valores médios de IINIB e IINAB levando em consideração o tempo de exposição (24, 48, 72 e 144 h) das bactérias (<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> Enteritidis e <i>Enterococcus faecalis</i>) frente às diferentes concentrações de extrato de <i>Portulaca oleracea</i> L. (beldroega).....	76
--	----

Tabela 7 - Avaliação da intensidade da atividade de inibição bacteriana (IINIB) e intensidade da atividade de inativação bacteriana (IINAB) do extrato alcoólico da beldroega, independentemente do tempo de exposição e da concentração.....	78
--	----

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre os teores de antocianinas e/ou polifenóis totais e IINIB e IINAB do extrato alcoólico das partes aéreas da beldroega.....79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Atividade Antioxidante
A.C.	Antes de Cristo
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association Of Official Analytical Chemists
ATCC	American Type Collection Culture
<i>aw</i>	Atividade da água
BHA	Butilhidroxianisol
BHT	Butilhidroxitolueno
BHI	Brain Hearth Infusion
CGEN	Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
DNA	Ácido Desoxiribonucléico
DPPH	2,2 – difenil – 1 – picrihidrazil
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAL	Instituto Adolfo Lutz
ICP	Plasma Indutivamente Acoplado
IDR	Ingestão Diária Recomendada

IINAB	Intensidade da Atividade de Inativação Bacteriana
IINIB	Intensidade da Atividade de Inibição Bacteriana
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
OMS	Organização Mundial da Saúde
PANCs	Plantas Alimentícias Não Convencionais
pH	Potencial de Hidrogénio
RDA	Recommended Dietary Allowance
SAS	Statistical Analysis System
SOD	Superóxido Dismutase
TA	Teor de Antocianinas
TPT	Teor de Polifenóis Totais
UFC/ml	Unidades Formadoras de Colónias por Mililitro
UV	Ultra-Violeta

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	9
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	13
1. INTRODUÇÃO	18
2. OBJETIVOS	20
2.1. Geral	20
2.2. Específicos.....	20
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1. <i>Portulaca oleracea</i> L.....	21
3.1.1. Classificação botânica	21
3.1.2. Características gerais da beldroega.....	22
3.1.3 Usos da beldroega.....	23
3.2. Legislação para a coleta do material biológico para pesquisa e localização da área de estudo.....	24
3.3. Atividade antibacteriana de plantas.....	25
3.4. Os microrganismos de interesse na pesquisa	29
3.4.1 <i>Staphylococcus aureus</i>	29
3.4.2. <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	31
3.4.3. <i>Salmonella</i>	32
3.4.4. <i>Enterococcus faecalis</i>	36
3.5. Substâncias Bioativas	37

3.5.1. Aspectos de saúde.....	37
3.5.2. Mecanismos gerais de proteção dos fitoquímicos	37
3.5.3. Atividade antioxidante.....	38
3.5.4. Compostos fenólicos.....	39
3.5.5. Antocianinas	40
3.6. Aspectos nutricionais e funcionais dos macronutrientes.....	41
3.6.1. Carboidratos.....	41
3.6.2. Fibra dietética	43
3.6.3. Lipídeos	44
3.7.4. Proteínas	44
3.7.5. Sais minerais	46
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	54
ARTIGO: Prospecção nutricional, fitoquímica e antibacteriana em <i>Portulaca oleracea</i> L. (beldroega)	60
ABSTRACT	62
2. PARTE EXPERIMENTAL	64
2.1. Coleta e preparo de amostras.....	64
2.2. Análises físico-químicas e de sais minerais	64
2.3. Análises Fitoquímicas	65
2.3.1. Polifenóis Totais (TPT)	65
2.3.2. Teor de Antocianinas (TA).....	66
2.3.3. Atividade Antioxidante (AA)	66
2.4. Atividade antibacteriana do extrato etanólico da beldroega.....	67
2.5. Análise Estatística.....	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68

3.1. Composição centesimal	68
3.2. Análise de micro e macrominerais	70
3.3. Teor de Polifenóis Totais (TPT) e Antocianinas (TA).....	72
3.4. Atividade Antioxidante (AA) do extrato alcoólico da beldroega.....	73
3.5. Correlação entre os valores da atividade antioxidante, conteúdo dos polifenóis totais e antocianinas dos extratos da beldroega	74
3.6. Atividade antibacteriana.....	75
3.7. Correlação entre o teor de antocianinas, polifenóis totais e a atividade antibacteriana	79
4. CONCLUSÕES	79
5. REFERÊNCIAS	80
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
6.1. Linhas orientadoras de trabalhos futuros.....	84

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

A *Portulaca oleracea* L. (beldroega) pertencente à família Portulacaceae é comumente conhecida como uma erva daninha anual, herbácea e suculenta, que apresenta uma elevada taxa de crescimento e eficiência do uso da água mesmo em áreas secas (ACEDO *et al.*, 2012). O uso desta planta como hortaliça, especiaria e na medicina tradicional é conhecido desde os tempos dos antigos egípcios (OKAFOR *et al.*, 2014). Vários estudos incluem a importância de hortaliças e frutas na dieta humana (ABAS *et al.*, 2006). Em geral, os diferentes grupos de vegetais são extremamente ricos em carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas (ISMAIL *et al.*, 2010), e alguns grupos específicos têm alto potencial medicinal como prevenção ou cura de doenças como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, artrite, febre, tosse, infecções de pele, dores de estômago entre outras. Além disso, os vegetais podem diminuir a incidência de câncer e também podem ser eficientes no controle de doenças relacionadas com a idade (ABAS *et al.*, 2006), uma vez que estes têm componentes bioquímicos que são potentes fitoterápicos.

Os constituintes naturais à base de vegetais podem ser obtidos a partir de qualquer parte deste como cascas, folhas, flores, raízes, frutos, sementes e usados como medicamento, desde a antiguidade. Os efeitos benéficos dos constituintes dos vegetais são normalmente o resultado de combinações de produtos secundários presentes na planta que constituem uma fonte importante de antioxidantes e antimicrobianos. (NAYAKA *et al.*, 2014; MARCAURELLE e JOHANNES, 2008).

A diversidade de bactérias patogênicas é grande e por isso é grande também a variedade de doenças causadas por elas. Apesar da existência de muitos agentes antimicrobianos potentes, as estirpes patogênicas multirresistentes são continuamente emergentes, que impõe a necessidade de uma pesquisa contínua e desenvolvimento de novas drogas antimicrobianas (BARBOUR *et al.*, 2004). Neste cenário, o uso de antimicrobianos naturais é uma opção atraente (MACHADO *et al.*, 2011), tendo em vista que os antimicrobianos sintéticos são por vezes associados a atributos carcinogênicos, teratogênicos e toxicidade residual (MACHADO *et al.*, 2011; BAKKIYARAJ e PANDIYARAJ, 2011).

Por outro lado, a beldroega merece atenção especial dos agricultores bem como dos nutricionistas (UDDIN *et al.*, 2014), por ser uma excelente fonte de ômega-3, possuindo um dos mais altos níveis de ômega-3 entre os vegetais de folhas verdes. Ela contém mais deste ácido graxo do que está disponível em alguns óleos de peixe, algumas algas e sementes de linhaça.

Segundo CHOWDHARY *et al.* (2012), ela também contém vitaminas (principalmente a vitamina A, vitamina C e vitamina B e alguns carotenóides), bem como sais minerais quais sejam o magnésio, cálcio, potássio e ferro. Ela também contém dois tipos de pigmentos, os alcalóides da betalaina, betacianinas avermelhadas (visíveis na coloração das hastes) e betaxantinas amareladas (perceptíveis nas flores e na tonalidade ligeiramente amarelada das folhas).

Segundo vivência pessoal, apesar de todas essas excelentes e surpreendentes qualidades nutricionais, a beldroega não é consumida em Moçambique, sendo ela empregada somente como forragem para alimentar animais domésticos omnívoros e herbívoros.

É neste contexto que o presente estudo foi proposto, objetivando integrar conhecimento científico e popular relacionado a hortaliças consideradas invasoras ou mesmo daninhas, mais especificamente sobre a beldroega, e sua posterior utilização como fonte alimentar não convencional para humanos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- ✓ Prospectar atividade antioxidante e antibacteriana, fundamentando o seu potencial nutricional para consumidores humanos, planta considerada invasora de cultivos hortícolas embora utilizada como forragem para animais domésticos;

2.2. Específicos

- ✓ Avaliar a atividade de inibição e de inativação do extrato etanólico da beldroega, sobre os seguintes microrganismos de interesse em alimentos: *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Enteritidis e *Staphylococcus aureus*;
- ✓ Determinar os teores de antocianinas e polifenóis totais no extrato etanólico da beldroega;
- ✓ Determinar a atividade antioxidante do extrato etanólico da beldroega e correlacionar esta atividade com a presença de antocianinas e polifenóis totais;
- ✓ Determinar e quantificar em beldroega, no vegetal cru, carboidratos, proteínas, lipídeos, fibra bruta, umidade, cinzas totais, bem como micro e macro minerais;
- ✓ Relacionar a presença de compostos fitoquímicos com a atividade antibacteriana;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Portulaca oleracea* L.

Segundo LORENZI, (2008) e MAPA, (2010), a beldroega é considerada uma planta daninha comum em todo Brasil, onde infesta solos cultivados, pomares, jardins, hortas, viveiros e cafezais. Prefere solos ricos em matéria orgânica, onde é indicadora de bom padrão de fertilidade do solo. É um vegetal de ampla distribuição, considerada como uma espécie cosmopolita e uma das plantas medicinais mais utilizadas listadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS), conhecida popularmente no Brasil como beldroega, salada-de-negro, caaponga, porcelana, bredo-de-porco, verdolaga, beldroega-pequena, beldroega-vermelha, beldroega-da-horta e onze-horas Figura 1 (BOSI *et al.*, 2009; LORENZI, 2008). Em Moçambique os nomes vernaculares variam de estado para estado sendo conhecida por ewiri (Nampula, no idioma macua), hampa' wiri (Cabo Delgado, no idioma macua), morida (Zambézia, no idioma Chuabo), ntchidjankasi (Sofala, no idioma sena) (KONING, 1993).

3.1.1. Classificação botânica

Grupo: Angiospermas

Família: Portulacaceae

Gênero: *Portulaca*

Espécie: *Portulaca oleracea*

Sinônimos: *Portulaca marginata* Kunth, *Portulaca retusa* Engelm, *Portulaca oleracea* subsp. *sylvestris* Thell., *Portulaca oleracea* var. *opposita* Poelln.



Figura 1 - *Portulaca oleracea* L. (beldroega). Fonte: <http://vida-nos-bosques.blogspot.com.br/2011/09/beldroega-portulaca-oleracea.html>

Dentro do contexto de plantas daninhas (invasoras) a beldroega enquadra-se no conjunto de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC's). O termo PANC's foi utilizado por KINUPP (2007), KINUPP e LORENZI (2014), mesmo que antes já se falasse sobre essas plantas, chamando-as de hortaliças comestíveis não convencionais, ervas ou plantas daninhas comestíveis. A grande maioria delas não é conhecida pelo público consumidor.

As hortaliças não-convencionais são aquelas com distribuição limitada, restrita a determinadas localidades ou regiões, exercendo grande influência na alimentação e na cultura de populações tradicionais. Além disso, são espécies que não estão organizadas enquanto cadeia produtiva propriamente dita, diferentemente das hortaliças convencionais (batata, tomate, repolho, alface, entre outras), não despertando o interesse comercial por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos (MAPA, 2010).

3.1.2. Características gerais da beldroega

Segundo LORENZI, (2008) e MAPA, (2010), a beldroega é uma planta herbácea prostrada, anual, suculenta, ramificada, completamente glabra, com ramos cor rosada de 20-40 cm de comprimento, originária provavelmente do norte da África e estabelecida em todo território brasileiro. Folhas simples, alternas, carnosas, de 1-2 cm de comprimento. Caules e folhas são crocantes e têm sabor agri-doce. Flores solitárias, axilares, de cor amarela, que abrem-se apenas na parte da manhã.

Propaga-se apenas por meio de sementes, germinando o ano todo e apresentam um ciclo de vida de 60 dias. Os frutos são cápsulas deiscentes, com sementes pretas e brilhantes (Figura 2). É muito prolífica, uma única planta chega a produzir 10.000 sementes, que podem permanecer dormentes no solo por mais de 19 anos. Existem formas cultivadas para fins ornamentais desta espécie, com flores muito maiores e de várias cores. Ocorre na região norte do Brasil a espécie *Portulaca pilosa*, possivelmente com propriedades similares (MAPA, 2010).

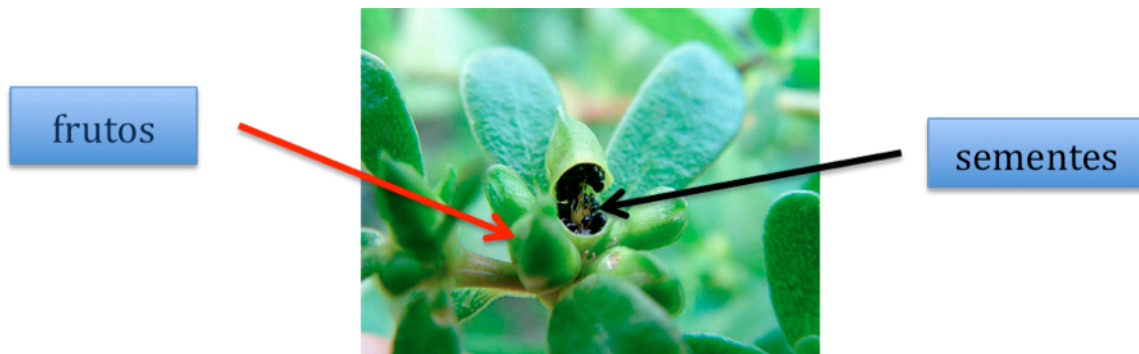


Figura 2 - Frutos da *Portulaca oleracea* L. (beldroega) com sementes. Fonte: <http://www.hortas.info/como-plantar-beldroega>

3.1.3 Usos da beldroega

De acordo com LORENZI (2008), KINUPP e LORENZI (2014), a planta cresce espontaneamente em solos agrícolas ricos em matéria orgânica, sendo considerada planta daninha. A parte aérea é consumida em algumas regiões do Brasil na forma de salada e de refogados. Todas as partes desta planta vem sendo usadas na medicina tradicional há séculos em todo o mundo, sendo de 500 anos A.C. o seu primeiro registro na literatura na China.

É considerada sudorífica, anti-inflamatória, diurética, vermífuga, antipirética e antibacteriana, sendo empregada internamente contra disenteria (principalmente a infantil), enterite aguda, mastite e hemorróidas. As folhas são indicadas também contra cistite, hemóptise, cólicas renais, queimaduras e úlceras. As sementes são consideradas: emenagoga, diurética e anti-helmítica. Indígenas das Guianas (América do Sul) usam contra diabetes, para problemas digestivos e como emoliente e, externamente, como unguento para problemas musculares. A infusão de suas folhas e ramos é tônica e depurativa do sangue, enquanto que em uso externo aplicadas sobre feridas favorecem a cicatrização (LORENZI, 2008).

Segundo LORENZI (2008), estudos clínicos tem mostrado que esta planta é uma fonte rica de ácido graxo omega-3, substância importante na prevenção de infartos e no fortalecimento do sistema imunológico. Em outros estudos clínicos concluiu-se que além do efeito hipertensivo de seu extrato aquoso, devido a presença de catecolaminas, verificou-se também uma atividade relaxante da musculatura esquelética. Estudos fitoquímicos desta planta revelaram ser muito rica em ácido oxálico e sais de potássio (nitrato, cloreto e sulfato). Contém também derivados da catecolamina (noradrenalina, DOPA e dopamina, em altas concentrações).

3.2. Legislação para a coleta do material biológico para pesquisa e localização da área de estudo

Em relação à legislação brasileira (MP nº 2.186-16/2001) de coleta e acesso ao Patrimônio Genético, esta pesquisa se enquadra nas “Situações Isentas de Autorização”, pois trata-se de uma pesquisa com material biológico exótico. No entanto, a isenção de autorização de acesso não exige o pesquisador de obter o consentimento do proprietário da área para entrada e coleta do material, que no caso trata-se de uma propriedade privada (BRASIL, 2013).

Conforme a resolução nº 8 do CGEN (Conselho de Gestão do Patrimônio Genético), o acesso ao Patrimônio Genético para pesquisa científica é caracterizado como relevante interesse público, sendo dispensada a obtenção de anuência prévia, mas não de consentimento de coleta. Portanto, a coleta do material botânico existente em condições *in situ* no território brasileiro é isenta de autorização, segundo a resolução do CGEN de nº 21, posteriormente alterada pela de nº 28, bem como as resoluções do CGEN de nº 26 e de nº 29 que abordam algumas atividades que deixaram de ser consideradas como acesso ao Patrimônio Genético (BRASIL, 2013). Então, a pesquisa classifica-se especificamente de pesquisa com material biológico exótico, e acessaram-se as amostras com o consentimento do proprietário de uma área privada, sem fins comerciais.

A área de estudo localiza-se no Município de Palmares do Sul/RS, Distrito de Bacopari, no Quilombo do Limoeiro, nas coordenadas 30° 16'S e 50° 28'O (Figura 3) numa propriedade de agricultura familiar de base agroecológica (produção orgânica). O interesse por esta planta deu-se a partir da interação e observação, onde constatou-se em relação a saberes e fazeres tradicionais relacionados ao consumo da beldroega com participação de alguns informantes (remanescentes quilombolas) registrando-se seu conhecimento sobre alguns usos da beldroega na culinária bem como seu papel medicinal.

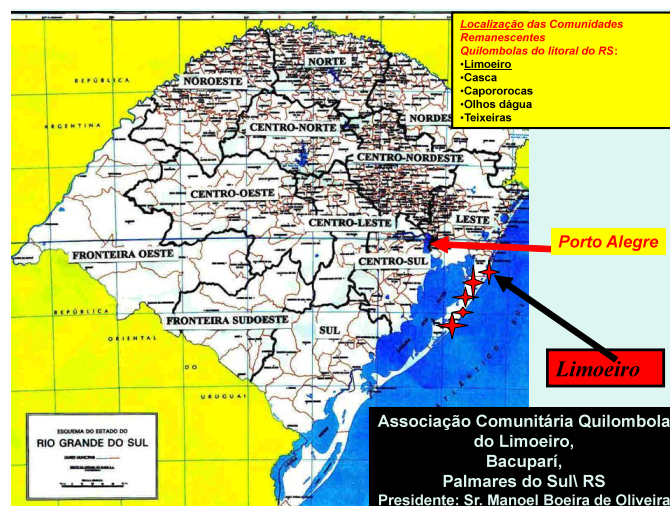


Figura 3 - Localização da área de estudo Fonte: acervo pessoal do Prof. Dr. José Maria Wiest.

3.3. Atividade antibacteriana de plantas

O uso de plantas com atividade bactericida e fungicida pode representar uma alternativa aos antissépticos e desinfetantes sintéticos convencionais. Tal alternativa pode minimizar ou mesmo evitar o desenvolvimento de resistência bacteriana a estes compostos, uma vez que metabólitos vegetais atuam por mecanismos variados (BARBOUR et al. 2004; MONTHANA e LINDEQUIST, 2005).

O uso de extratos vegetais de conhecida atividade antimicrobiana pode adquirir significado nos tratamentos terapêuticos. Muitas espécies vegetais têm sido usadas, pelas características antimicrobianas, apresentadas pelos compostos sintetizados do metabolismo secundário da planta. Estes produtos são reconhecidos por suas substâncias ativas, como é o caso dos compostos fenólicos, que fazem parte os óleos essenciais e os taninos (FUNARI e FERRO, 2005; LOGUERCIO et al. 2005).

A pesquisa de novos compostos com ação antimicrobiana tem levado a comunidade científica a investigar a corrida dos medicamentos versus microrganismos, pois desde o início dos anos 80 o número de antimicrobianos em fase de desenvolvimento diminuiu, enquanto que a resistência dos microrganismos a tais agentes tem crescido de forma acelerada (ANTUNES *et al.*, 2006)

Alguns estudos realizados no Rio Grande do Sul, Brasil por WIEST *et al.* (2009a), demonstraram atividade anti-estafilocócica seletiva em 40 espécies de plantas com indicativo

medicinal ou condimentar (Tabela 1). Outra pesquisa feita pelo mesmo grupo de pesquisa (WIEST *et al.*, 2009b) resultou em atividade seletiva anti-*Escherichia coli* em 30 extratos de plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar. Os mesmos autores (WIEST *et al.*, 2009c) determinaram a triagem de atividade de inibição e inativação seletiva, *in vitro*, de *Salmonella* spp., com extratos de 86 plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar. Outras pesquisas sobre a atividade antimicrobiana estão sendo realizadas com extratos alcoólicos de beldroega, sendo que BAKKIYARAJ e PANDIYARAJ (2011) verificaram que os extratos metanólicos da beldroega mostravam elevada atividade frente ao *Staphylococcus aureus*.

Tabela 1 - Plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar com atividade anti-estafilocócica

PLANTA Denominação		Tipo de extração	Concentração do extrato	Dose-desafio (concentração/inóculo UFC mL ⁻¹)	Tempo de exposição (h)	RESULTADOS	
Científica	Popular					IINIB	INAB
Achyrocline satureoides (Lam.)DC ASTERACEAE	Macela	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	6,3	5,3
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	8,0	7,0
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Muell.ex Benth. ANGIOSPERMAE	Aipinho Erva-do-tétó	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	3,3	0,0
<i>Baccharis trimera</i> (Less.) COMPOSITAE	Carqueja	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	3,6	2,6
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	7,3	4,3
<i>Bidens pilosa</i> L. COMPOSITAE	Picão-preto	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	7,0	0,0
<i>Calea serrata</i> Less. ASTERACEAE	Quebra-tudo	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	3,6	2,6
<i>Chaptalia mutans</i> (L.) Polak ASTERACEAE	Arnica-do-mato	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	2,3	0,0
<i>Clytostoma callistegioides</i> (Cham.)Bur. BIGNONIACEA	Cipó-ouro	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	2,0	0,0
<i>Commelina erecta</i> L. COMMELINACEAE	Erva-de-Santa- Luzia	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
	Trapoeiraba	Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	2,3	0,0
<i>Conyza bonariensis</i> L. Cronquist ASTERACEAE	Buva Voadeira Erva-carniceira Erva-lanceta	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	5,0	0,0
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq) Roem.& Schult ANGIOSPERMAE	Erva-baleeira	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	1,6	0,0
<i>Hypericum caprifoliatum</i> Cham. & Schult HYPERICACEAE	Escadinha Sinapismo	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	8,0	8,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	8,0	8,0
<i>Jacaranda micrantha</i> (Cham.) BIGNONIACEAE	Caroba	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	5,6	3,3
<i>Luehea divaricata</i> Mart. TILIACEAE	Açoita-cavalo	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	7,0	6,3
<i>Myrciaria cuspidata</i> Berg. MYRTACEAE	Camboim	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	2,3	0,0
<i>Pterocaulum cordobense</i> O. Ktze. ASTERACEAE	Quitoco	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	8,0	6,6
		Hidroalcoolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	8,0	7,3

Continua...

Tabela 1 - Plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar com atividade anti-estafilocócica

PLANTA		Tipo de extração	Concentração do extrato	Dose-desafio (concentração/inóculo UFC mL ⁻¹)	Tempo de exposição (h)	RESULTADOS	
Denominação Científica	Popular					IINIB	INAB
<i>Rumex obtusifolius</i> L. POLIGONA-CEAE	Língua-de-vaca	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcooolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	2,3	0,0
<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng. LILIACEAE	Japecanga	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0,0	0,0
		Hidroalcooolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	5,0	0,0
<i>Solidago chilensis</i> Meyen COMPOSITAE	Erva-lanceta, Federal, Espiga-de-ouro	Decocto 5% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	1,0	0
		Hidroalcooolatura 10% com reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24	0	0
<i>Allium porrum</i> L. LILIACEAE	Alho-poró	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	5,0	4,0
<i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Sprengl LILIACEAE	Alho nirá Alho-japonês Jiucai Alho-chinês	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	4,0	0,0
<i>Artemisia dracunculus</i> L. var. inodora ASTERACEAE	Estragão	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	7,0	0,0
<i>Capsicum anuum</i> L. SOLANACEAE	Pimenta-de-jardim	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	2,0	2,0
<i>Capsicum baccatum</i> L. SOLANACEAE	Pimenta-dedo-de-moça	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	4,0	2,0
<i>Capsicum frutescens</i> L. SOLANACEAE	Pimenta-malagueta	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	3,0	2,0
<i>Capsicum sp</i> SOLANACEAE	Pimenta-calabresa Pool de Capsicum	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	1,0	0,0
<i>Salvia officinalis</i> L. LABIATEAE	Salvia (cultivada)	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	72	8,0	0,0
<i>Arctium minus</i> Hill. (Bernh) ASTERACEAE	Bardana	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	5,0	-
<i>Bryophyllum pinnatum</i> Kurz CRASSULACEAE	Folha-da-fortuna	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Chenopodium album</i> L. CHENOPODI-ACEAE	Erva-do-formigueiro	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Cordia curassavica</i> (Jacq)Roem.& Schult ANGIOSPERMAE	Erva-baleeira	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbrd. ANGIOSPERMAE	Sete-sangrias Guanxuma-vermelha	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.)Solms ANGIOSPERMAE	Aguapé	Alcooolatura 40% com Reposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	2,0	-

Continua...

Tabela 1 - Plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar com atividade anti-estafilocócica

PLANTA		Tipo de extração	Concentração do extrato	Dose-desafio (concentração/inóculo UFC mL ⁻¹)	Tempo de exposição (h)	RESULTADOS	
Denominação Científica	Popular					IINIB	INAB
Ipoema batatas L.CONVOLVULACEAE	Rama-de-bata-doce	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	4,0	-
<i>Maytenus ilicifolia</i> Reissek.CELASTRA- CEAE	Espineira-santa Cancorosa	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	6,0	-
<i>Polygonum punctata</i> EII.POLYGONACEAE	Erva-de-bicho	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	4,0	-
<i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & SchldtANGIOSPER- MAE.	Flecha, Sagitária,Aguapé- de-flecha	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Sedum dendroideum</i> Moc & SesséCRASSULA- CEAE	Bálsamo	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	5,0	-
<i>Smilax brasiliensis</i> Spreng.LILIACEAE	Japecanga	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	3,0	-
<i>Spirodela intermédia</i> W.KochANGIOSPER- MAE	Lentilha-dágua	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	8,0	-
<i>Vernonia scorpioides</i> Lam.ASTERACEAE	Erva-de-São SimãoErva-de- preta-velha	Alcoolatura40% comReposição	50%	≤ 5.10 ⁴	24 a 120	5,0	-

Fonte: WIEST *et al.* 2009^a

3.4. Os microrganismos de interesse na pesquisa

3.4.1 *Staphylococcus aureus*

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria esférica (coco) Gram-positiva, anaeróbia facultativa, que ocorre em pares, em pequenas cadeias ou em cachos similares aos de uva. O microrganismo foi descrito pela primeira vez em 1879 (FORSYTHE, 2013).

Embora considerado mesófilo, algumas linhagens de estafilococos podem crescer a temperaturas de até 6,7°C, mas em geral o crescimento ocorre na faixa de 7°C a 47,8°C e as enterotoxinas são produzidas entre 10°C e 46°C. Contudo, a temperatura ótima para o seu desenvolvimento está entre 40°C e 45°C. Estas bactérias contribuem para infecções em humanos e animais, inclusive transmissíveis por alimentos, produzindo desde quadros mais leves, até graves e mesmo fatais (TORTORA, 2012). Os estafilococos são classificados internacionalmente

como zoonoses ou seja, aquelas doenças naturalmente transmissíveis entre os animais e o homem e vice-versa (ACHA e SZYFRES, 2003).

O intervalo de pH de multiplicação do estafilococos situa-se entre 4,0 e 9,8, e sua faixa ótima entre 6,0 e 7,0. A bactéria também é altamente tolerante ao sal (NaCl) e compostos utilizados como agentes seletivos em meio de cultura, resistente aos nitritos, e capaz de um crescimento em valores de atividade de água (*aw*) tão baixos quanto 0,83 em condições ideais (JAY, 2005).

O *S. aureus* produz muitas enzimas e toxinas, que contribuem para a patogenicidade da bactéria e incluem quatro hemolisinas (alfa, beta, gama e delta), nucleases, proteases, lipases, hialuronidase e colagenase. As enterotoxinas são termoestáveis, porém a célula bacteriana é mais sensível ao calor. Embora muitas diferentes enterotoxinas relatadas por serem produzidas por *S. aureus*, oito tipos são bem reconhecidas (A, B, C₁, C₂, C₃, D, E, H) e mesmo diferindo em certas propriedades físico-químicas, cada uma tem o mesmo potencial. São potentes agentes eméticos, representando maior risco para a saúde do consumidor na perspectiva das doenças transmissíveis por alimentos (JAY, 2005).

A maioria dos animais domésticos e humanos, em suas fossas nasais, garganta, mãos, braços, cabelo e pele, abrigam o estafilococos, considerada como uma bactéria hospedeiro-adaptativa, mas existente também no ar, poeira, esgoto, água, leite e nos alimentos ou equipamentos de seu processamento, nas superfícies expostas aos alimento e suas matérias primas. Na mastite estafilocócica em rebanhos leiteiros existe a chance de contaminar o leite e a fabricação de sub-produtos como queijos e outros derivados. Em geral, em alimentos de origem animal, pode-se observar uma incidência de *S. aureus*, mesmo em quantidades pequenas. A manipulação direta e intensa dos alimentos em geral, inclusive na ausência de matéria prima de origem animal, caracteriza-se com um fator de risco importante de contaminação por estafilococos, a não ser que tenham sido aplicados tratamentos térmicos eficazes. (TORTORA, 2012; JAY, 2005).

Uma ampla variedade de alimentos é contaminada pelo crescimento dos estafilococos enterotoxigênicos, entre eles, carne de gado, suína e de aves, presunto, salsicha cozida, produtos à base de ovos, atum, salada de batata, enlatados, cogumelos, macarrão e produtos de panificação, como bolos com recheios de creme, tortas de creme, e bombas de chocolate, recheios de sanduíches, leite de cabra cozido, leite e outros produtos lácteos. Esses alimentos

podem ser contaminados com o microrganismo durante ou após a preparação de alimentos, que poderá produzir a toxina em condições favoráveis (FORSYTHE, 2013; HEREDIA, 2009).

A fim de provocar as intoxicações alimentares, o *S. aureus* tem de estar presente no alimento em número suficiente para produzir grandes quantidades de enterotoxinas, ocorrendo se o alimento não for mantido quente (acima de 60°C) ou frio o suficiente (7,2°C ou menos). Os sinais e sintomas de intoxicação alimentar estafilocócica podem ocorrer quando os alimentos são ingeridos contendo aproximadamente 10^5 a 10^8 UFC/g ou mL do microrganismo em questão ou cerca de 100 mg de enterotoxina presente no alimento (FORSYTHE, 2013).

De acordo com HEREDIA (2009), a intoxicação alimentar estafilocócica se manifesta clinicamente por náuseas, dores abdominais e vômitos. Outros sintomas podem incluir sudorese, dor de cabeça, desidratação, prostração acentuada, câibras abdominais agudas e uma queda na pressão arterial. A temperatura corporal pode estar acima ou abaixo do normal e em casos extremos, sangue e muco pode ser observado em fezes e vômito.

Segundo JAY (2005), a doença é aguda e auto limitante, que tem período de incubação de 1 a 7 horas após a ingestão de alimentos contaminados, mas geralmente os sintomas aparecem dentro de 4 horas, com duração de 24 a 48 horas, e a taxa de mortalidade é bastante baixa ou nula. O tratamento usual para pessoas saudáveis consiste em repouso e manutenção do balanço de fluídos.

A higiene adequada dos manipuladores de alimentos é essencial, além de evitar a contaminação cruzada e alimentos preparados com muita antecedência devem ser mantidos a temperaturas adequadas (até 4°C ou acima de 60°C) para prevenir a proliferação de microrganismos e produção de enterotoxinas termoestáveis (JAY, 2005). Métodos tradicionais envolvendo boas práticas de fabricação e manipulação de alimentos, processamento térmico, e refrigeração são usados para controlar o *S. aureus* (HEREDIA, 2009).

3.4.2. *Escherichia coli* (*E. coli*)

A *E. coli* é uma bactéria Gram-negativa, não formadora de endósporos, anaeróbia facultativa, sendo um gênero que faz parte do grupo Enterobacteriaceae (FORSYTHE, 2013).

A *E. coli* foi reconhecida como patógeno alimentar em 1971, quando queijos importados foram comercializados em 14 estados americanos, provocando aproximadamente, 400 casos de

gastrenterite devido à contaminação por uma linhagem enteroinvasiva. Antes de 1971, foram reportados, pelo menos, cinco surtos de origem alimentar em outros países, sendo o primeiro na Inglaterra em 1947 (JAY, 2005).

Como patógeno humano, evidências sugerem que a *E.coli* foi reconhecida como causadora de diarreia infantil já nos anos 1700. Desde os surtos originados pelo consumo de carne nos Estados Unidos em 1982 e 1993, não se questiona o *status* desta bactéria como um patógeno de origem alimentar (JAY, 2005).

As cepas patogênicas de *E. coli* são divididas, de acordo com os sintomas clínicos e com os mecanismos da patogenicidade, em vários grupos que podem variar em seus períodos de incubação e duração da enfermidade. Também há uma variação considerável na virulência. Por exemplo, doses pequenas (10 células ou menos) de *E. coli* O157:H7 podem causar enfermidades graves, enquanto a *E. coli* enterotoxigênica requer um número de células estimado em 10^8 a 10^{10} para causar uma enfermidade leve em humanos adultos. (FORSYTHE, 2013; JAY, 2005)

Segundo JAY (2005), a gastrenterite por *E. coli* enterotoxigênica é causada pela ingestão de 10^6 a 10^{10} células viáveis por grama, as quais podem colonizar o intestino delgado e produzir enterotoxina (s).

3.4.3. *Salmonella*

A *Salmonella* pertence à família Enterobacteriaceae, bactéria Gram-negativa mesófila, anaeróbia facultativa, que tem a forma de bastonetes curtos, não esporulada e que pode multiplicar-se sob-refrigeração (cerca de 5°C), com uma temperatura ótima de crescimento entre 25°C e 43°C, embora geralmente seja sensível a temperaturas acima de 55°C por 15 a 20 minutos. Esta bactéria se desenvolve ativamente em valores de pH de 3,6-9,5 e, de forma ótima, em valores de pH quase neutro. A inibição do crescimento foi, observada em valores de atividade de água (a_w) abaixo de 0,94 em meios de pH neutro. Geralmente são incapazes de fermentar lactose, sacarose ou salicina, porém a glicose e outros monossacarídeos podem ser fermentados com produção de gás e não toleram grandes concentrações de sais (FORSYTHE, 2013; JAY, 2005; ACHA & SZYFRES, 1977).

A salmonela é classificada internacionalmente como zoonose ou seja, doença naturalmente transmissível entre os animais e o homem e vice versa (ACHA *et al*, 2003).

O gênero *Salmonella* é dividido em duas espécies, *S. entérica* e *S. bongori*. Recentemente, mais de 2.500 sorovares ou sorotipos (linhagens) de *Salmonella* foram identificados, os quais se subdividem em cinco subespécies ou grupos de acordo com os fatores antigênicos, sendo que a maioria tem o potencial para infectar uma grande variedade de espécies de animais e seres humanos. Dos 11 sorovares mais frequentemente isolados de espécimes clínicos, nos EUA, a *S. Enteritidis* foi representada em 16%, depois da *S. Typhimurium* em 29%. (FORSYTHE, 2013; TORTORA, 2012)

O habitat primário da *Salmonella* é o trato intestinal de animal como pássaros, répteis, animais de granja, homem e, ocasionalmente, insetos. São excretados pelas fezes e consequentemente encontrados na água, especialmente águas poluídas. Numa ampla variedade de produtos alimentares foi encontrada esta bactéria, tais como, misturas para bolo, massa de biscoito, pães, molhos de salada, maionese, leite e derivados, peixes, camarões, linguiça, chocolates, cocos, sobremesas recheadas e coberturas com creme, gelatina desidratada, pacotes contendo pedaços de frango, carnes e produtos à base de carne, ovos, sendo estes três últimos os mais recorrentes. Ocorreu o aparecimento recente de patógenos em brotos de alface, onde o número de salmonelas por grama pode exceder a 10^7 UFC/mL (JAY, 2005).

A dose infecciosa varia de acordo com a idade e saúde da vítima, com o alimento e ainda com a linhagem da *Salmonella*, podendo ir de 20 até 10^6 UFC/mL/g. A enfermidade é causada pela passagem no lúmen e penetração destas células no epitélio do intestino delgado, onde se multiplicam, propiciando uma resposta inflamatória. O número de casos de salmonelose demonstra uma tendência sazonal, com picos de incidência no verão (FORSYTHE, 2013).

A *Salmonella* Enteritidis, uma bactéria considerada emergente, surge nos Estados Unidos e países da Europa, nos anos 80, como o sorotipo mais comum de *Salmonella* causador de surtos ou casos esporádicos de diarreia associados ao consumo de ovos crus ou mal cozidos, e de aves (CDC, 2003).

Segundo alguns estudos, esta salmonela ocupou o nicho ecológico deixado pela erradicação da *Salmonella gallinarum* das aves, propiciando dessa forma um aumento das infecções em humanos (JAY, 2005; RABSH *et al.*, 2000).

É considerada uma toxinfecção alimentar, enquadrando-se, genericamente, no grupo de doenças designadas por Salmoneloses. Causa geralmente febre, cólicas abdominais e diarreia que pode apresentar grumos de sangue. A doença dura entre 4 e 7 dias, e a maioria das pessoas se

recupera apenas com a reposição de sais e líquidos. Contudo, a diarreia pode ser severa, e o paciente pode necessitar de hospitalização. Geralmente é mais grave em idosos, crianças, gestantes e imunodeprimidos, podendo a infecção se disseminar através da corrente sanguínea para outros órgãos, podendo causar a morte, exigindo, nestes casos, pronto tratamento com antibiótico. As principais complicações são artrite, cistite, meningite, endocardite, pericardite e pneumonia (FORSYTHE, 2013; DDTHA/CVE, 2000).

Investigações epidemiológicas de surtos por *S. Enteritidis*, com casos que demandaram internação, mostram a importante gravidade dos casos (UEHARA *et al.*, 2003). Além disso, cabe destacar a resistência dela a antimicrobianos, inclusive das cepas circulantes no estado de São Paulo, conforme estudo realizado no IAL (Instituto Adolfo Lutz), que detectou que 65% das cepas eram resistentes a antibióticos, a maioria a uma ou duas drogas, algumas delas multirresistentes a até sete antimicrobianos (FORSYTHE, 2013; FERNANDES *et al.*, 2003; TALLGEIR *et al.*, 1997).

Além da contaminação externa dos ovos pela matéria fecal eliminada pelas galinhas, a *S. Enteritidis* contamina os ovários da galinha (transmissão transovariana). Desta forma, apesar de medidas rígidas de higiene estabelecidas pelos regulamentos em vários países, inclusive no Brasil e, mais especificamente, no Estado de São Paulo pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), secretarias de Agricultura e Vigilâncias Sanitárias para a criação das aves e produção dos ovos, os desafios para o controle desta bactéria têm sido grandes (JAY, 2005; DDTHA/CVE, 2000).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, estima-se que há um ovo contaminado com *S. Enteritidis* para cada 20 mil ovos, o que significa que naquele país cerca de 2,7 milhões de ovos, anualmente, podem conter essa bactéria (FDA, 1999).

Embora sejam inúmeros os trabalhos publicados que indicam a importância da *S. Enteritidis* como um problema de saúde pública no Brasil, e grande a ênfase dada, a partir de 1999, ao Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica de Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos, ainda são escassos os dados sobre a situação das salmoneloses a nível mundial. No RS, as salmoneloses foram responsáveis por inúmeros casos de hospitalizações entre os anos de 1997 a 2004, atingindo um elevado número de pessoas envolvidas (TONDO e RITTER, 2012).

O maior número de salmoneloses ocorreu na primavera, e este fato pode ser explicado por refrigeração inadequada dos alimentos durante esta temporada apresentando temperaturas

amenas. As faixas etárias mais afetadas foram aquelas entre 16 e 50 anos, e o alimento mais comum foi a salada de batata feita com maionese caseira preparada com ovos crus. O Segundo alimento envolvido foi o grupo das carnes e derivados. A maioria dos surtos de salmonelose no RS ocorreu nas residências, e em segundo lugar estão os serviços de alimentação. A incidência entre homens e mulheres foi praticamente a mesma durante o período de 1997 a 2004 (TONDO e RITTER, 2012).

A febre tifóide é uma doença gastrointestinal aguda que é originada pela invasão de *S. Typhi* ou *S. Paratyphi* em tecidos de hospedeiro humano. Os sintomas incluem febre alta e prolongada, letargia, câibras abdominais, cefaleia, perda de apetite e podem surgir erupções cutâneas achatadas de coloração rósea, aparecendo de 7 a 28 dias após a exposição ao agente infeccioso. A taxa de letalidade da febre tifoide é de 10%, enquanto que nas outras salmoneloses é de 1%. Aqueles que se recuperam da febre tifóide ainda podem excretar a bactéria pelas fezes, contaminando assim os alimentos e bebidas (FORSYTHE, 2013; HEREDIA, 2009).

O controle de infecções por *Salmonella* spp. deve ser feito através de padrões de higiene aplicados nos setores de alimentação, além da utilização de recursos durante o processamento dos alimentos, como por exemplo, a utilização de tratamentos térmicos, técnicas de exclusão competitiva, utilização de ácidos orgânicos, bem como de refrigeração correta para impedir o aumento no número de bactérias (JAY, 2005).

No caso de consumo de carne, a galinha deve ser cozida em temperaturas de 76° a 82°C, e a carne moída a 71°C. A disseminação secundária de salmonelas viáveis nas fezes de portadores crônicos potencializa infecções humanas secundárias e contaminação cruzada de alimentos, assim, os manipuladores de alimentos necessitam de atenção especial, sendo que, se ocorrer a suspeita de infecção, eles devem ser dispensados do trabalho até que cesse a doença (TORTORA, 2012).

Órgãos relacionados à saúde pública, assim como laboratórios prestadores de serviços contribuem para a prevenção de salmoneloses, buscando identificar as possíveis falhas ocorridas desde a produção até o consumo dos alimentos (WELKER et al., 2010).

3.4.4. *Enterococcus faecalis*

As bactérias pertencentes ao género *Enterococcus* possuem formato esférico ou ovóide e podem ocorrer em pares ou cadeias pequenas. São Gram-positivas, anaeróbias facultativas com metabolismo fermentativo e catalase negativas (HOLT *et al.*, 1994).

Os *Enterococos* incluem duas espécies encontradas nos intestinos de humanos e de animais: *Enterococcus faecalis* e *Enterococcus faecium*. O primeiro é associado, sobretudo, com o trato intestinal humano, enquanto o segundo é encontrado em ambos, humanos e animais. Os enterococos são, algumas vezes, utilizados como indicadores de água contaminada com fezes. A vantagem de testar para enterococos é que estes morrem de forma mais lenta do que *E.coli*, e, portanto, reduzem o risco de resultados falso-negativos. Infelizmente, são encontrados em ambientes fecais com mais frequência do que a *E.coli*; por isso, sua presença pode ser prova não conclusiva de contaminação fecal (PITA,2002).

É possível que eles sejam um melhor indicador de qualidade higiênica em alimentos, uma vez que são mais resistentes à secagem do que os coliformes. Isso é especialmente verdade para produtos secos e congelados, além de alimentos que recebem tratamento térmico moderado. Entretanto, essa resistência pode comprometer-lhes o valor como organismo indicador, já que sua presença no alimento acarreta consequências mínimas se os patógenos tiverem sido eliminados durante o processamento (FORSYTHE, 2013).

O ótimo de temperatura para crescimento é 37°C, mas podem crescer entre 10 e 45°C (HOLT *et al.*, 1994), sendo que algumas espécies como *E. faecalis* e *E. faecium* crescem a 50°C (JAY, 2005). Apresentam crescimento em pH 9,6, com 6,5% de cloreto de sódio e 40% de bile (HOLT *et al.*, 1994).

A utilização do género *Enterococcus* como indicador de qualidade sanitária dos alimentos apresenta algumas restrições, pois, quando comparado ao grupo dos coliformes termotolerantes, estes microrganismos apresentam uma menor incidência no trato intestinal; estão presentes na matéria fecal da maioria das espécies animais; não possuem especificidade pelo trato intestinal, ocorrendo em números altos fora do mesmo. Apesar das restrições como indicadores de contaminação fecal, sua presença em números elevados em alimentos indica práticas sanitárias inadequadas ou exposição do alimento a condições que permitam a multiplicação de microrganismos indesejáveis (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

3.5. Substâncias Bioativas

3.5.1. Aspectos de saúde

Ervas e plantas medicinais têm sido utilizadas ao longo dos séculos, no tratamento de várias doenças em todo o mundo, sendo que 80% da população mundial usa soluções botânicas como medicamento para tratar enfermidades. A atividade biológica de um produto natural costuma estar associada à combinação de várias partes de sua constituição. No entanto, na maioria dos casos, o ingrediente ativo do produto natural ainda não foi caracterizado por completo (HU, 2002).

Uma das classes de substâncias apontada como responsável pelos efeitos de proteção ao câncer é a dos fitoquímicos e fitoestrógenos, os quais são encontrados em abundância em produtos à base de soja. Muitas ervas, alimentos e temperos contêm flavonóides, fitoestrógenos e fitoquímicos ainda não identificados que apresentam atividade estrogênica em pacientes com câncer de próstata (MEHTA e PEZZUTO, 2005).

A prevenção química pelo consumo de nutracêuticos, como por exemplo, o resveratrol encontrado em uvas, o licopeno presente no tomate e a genisteína encontrada em produtos de soja, pode reduzir tanto a morbidade como a mortalidade do câncer. Entre os alimentos e as ervas que possuem atividades contra o câncer pode-se destacar alho, soja, repolho, gengibre, alcaçuz, cebola, linhaça, cúrcuma, vegetais umbelíferos, como cenoura, aipo e salsinha (FENNEMA *et al.*, 2010).

3.5.2. Mecanismos gerais de proteção dos fitoquímicos

Muitos fitonutrientes têm apresentado diversas propriedades benéficas à saúde. Os mecanismos gerais de proteção usados por esses compostos derivados de plantas exercem diferentes ações, como proteção antioxidativa, proteção contra danos do DNA, melhora do sistema imunológico e modulação hormonal. A proteção antioxidante contra danos ocasionados pelos radicais livres é vital para a integridade das estruturas celulares e das macromoléculas (CALDER e KEW, 2002).

Conforme se envelhece, os sistemas bioquímicos que utilizam antioxidantes como defesa e proteção também diminuem. Essa perda pode ser agravada por vários fatores, como poluição, exercícios, exposição a fumaça e radiação (DE LA FUENTE, 2002).

O sistema de defesa funciona por meio de uma complexa rede entre as vitaminas C e E, carotenóides, enzimas antioxidantes dependentes de zinco, cobre, magnésio e outros fitonutrientes, os quais juntos executam reações perfeitamente integradas de renovação e regeneração, otimizando a proteção contra radicais livres. A deficiência de qualquer um dos compostos essenciais antes mencionados pode ocasionar comprometimentos graves ao sistema imune (CALDER e KEW, 2002; DE LA FUENTE, 2002).

3.5.3. Atividade antioxidante

Antioxidantes são substâncias vitais que possuem a capacidade de proteger o corpo contra os danos causados pelo estresse oxidativo induzido por radicais livres, doando hidrogênio de forma que a molécula alvo fique estável e assim agem no retardo ou na prevenção da oxidação de lipídeos ou de outras moléculas (SOARES, 2002; BROINIZI *et al.*, 2007; ALAM *et al.*, 2014).

O estresse oxidativo ocorre em todos os organismos expostos a ambientes oxigenados. Logo, os sistemas biológicos desenvolveram diversas defesas antioxidantes a fim de se proteger da oxidação. Em geral, os tecidos biológicos a partir dos quais os alimentos são obtidos contêm muitos sistemas antioxidantes endógenos (FENNEMA *et al.*, 2010).

Antes da década de 80, antioxidantes sintéticos eram amplamente utilizados na prevenção da oxidação sofrida em alimentos industrializados, porém, a partir dessa década, iniciaram-se estudos destinados a produção de antioxidantes de fontes naturais, uma vez que foi detectado que antioxidantes sintéticos causam efeitos negativos e deletérios nos organismos quando utilizados em doses elevadas (BROINIZI *et al.*, 2007).

3.5.4. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos ou polifenóis, quimicamente, podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxílicos incluindo os seus derivados funcionais. Possuem estrutura variável, constituindo um amplo grupo de substâncias, com mais de 8.000 estruturas fenólicas conhecidas, que se encontram largamente distribuídas naturalmente em cereais, hortaliças, frutas, chá, ervas, chocolate, café e vinho. (ANGELO; JORGE, 2007; ARAÚJO, 2011).

Todos são altamente instáveis e rapidamente transformados em diversos produtos oriundos de reações observadas quando as células vegetais são danificadas, por exemplo, durante o processamento (ARAÚJO, 2011). Estes compostos originam-se do metabolismo secundário das plantas, são essenciais para o seu crescimento e reprodução, e são também sintetizadas quando a planta é submetida a condições de estresse como, infecções, fermentos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004)

Nas plantas, os compostos fenólicos constituem um grupo de compostos fitoquímicos com efeitos potencialmente benéficos que impedem o desenvolvimento de algumas doenças devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (RAHMAN, 2008).

Os polifenóis, em função de sua estrutura química, apresentam propriedade antioxidante, podendo atuar como sequestradores de radicais livres e como quelantes de metais. Por exibir estas propriedades vem despertando o interesse face à possibilidade de serem utilizados na prevenção de várias doenças degenerativas, como envelhecimento prematuro, processos inflamatórios, cicatrização, câncer, entre outras (PESSUTO *et al.*, 2009).

Os polifenóis além de sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons na reação de oxido-redução, os produtos intermediários formados nesta reação, após a perda do hidrogênio, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (CUVELIER *et al.*, 1992; MAILLARD *et al.*, 1996; McCLEMENTS; DECKER, 2010).

Integram o grupo dos polifenóis desde moléculas simples, tais como os ácidos fenólicos, até compostos altamente polimerizados, como os taninos. No grupo dos polifenóis destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, e os taninos por estarem largamente distribuídos no reino vegetal, podendo ser encontrados em todas as frutas e vegetais (BROINIZI *et al.*, 2007).

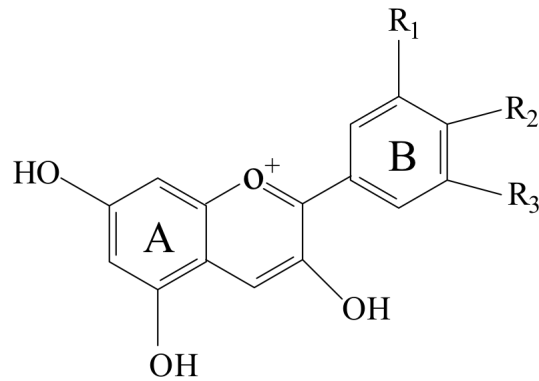
3.5.5. Antocianinas

As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonóides, grupos de pigmentos naturais com estruturas fenólicas variadas (VOLP, *et al.*, 2008). São consideradas grandes responsáveis pela coloração de flores, frutas e hortaliças escuras (STINTZING e CARLE, 2004).

Estes compostos desempenham um papel importante nas atividades biológicas, incluindo a atividades anti-inflamatórias, antimicrobianas e anti-cancerígenas, a melhoria da visão (MAZZA, 2007) e cardioproteção, mantendo a permeabilidade vascular. No entanto, a principal vantagem é a proteção antioxidante, e conseqüente papel em problemas neurais relacionados à idade e ao risco de doenças coronárias (BAGCHI *et al.*, 2004; MAZZA, 2007).

O potencial antioxidante das antocianinas é regulado por suas diferenças na estrutura química. Variando a posição e os tipos de grupos químicos nos seus anéis aromáticos, a capacidade de aceitar elétrons desemparelhados de moléculas de radicais também varia. Seu potencial antioxidante também é dependente do número e da posição dos grupos hidroxilas e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel da estrutura, devido à capacidade que o grupo aromático possui de suportar o desaparecimento de elétrons (VOLP, *et al.*, 2008).

As antocianinas são glicosídeos que apresentam em sua estrutura química um resíduo de açúcar na posição 3, facilmente hidrolizado por aquecimento com HCl 2N. As antocianinas encontradas em alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidina (vermelha), cianidina (vermelha) e delphinidina (violeta), (Figura 4)



Antocianinas	R ₁	R ₂	R ₃
Cianidina	OH	OH	–
Peonidina	OCH ₃	OH	–
Delfinidina	OH	OH	OH
Malvinidina	OCH ₃	OH	OCH ₃
Petunidina	OCH ₃	OH	OH

Figura 4 - Estrutura de antocianinas encontradas em alimentos. Fonte: VOLP *et al.*, 2008.

3.6. Aspectos nutricionais e funcionais dos macronutrientes

3.6.1. Carboidratos

Os carboidratos sempre foram a principal fonte de energia metabólica e de manutenção da saúde dos seres humanos, também são os principais provedores do volume e do corpo dos produtos alimentícios e constituem mais de 90% da matéria seca das plantas. Logo, são abundantes, amplamente disponíveis e de baixo custo. (FENNEMA *et al.*, 2010).

Os carboidratos dietéticos podem ser categorizados como monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos (MAHAN *et al.*, 2012; COZZOLINO, 2007).

Os monossacarídeos não ocorrem normalmente como moléculas livres na natureza, mas como componentes básicos de dissacarídeos e polissacarídeos. Apenas um pequeno número dos muitos monossacarídeos encontrados na natureza pode ser absorvido e utilizado pelos seres humanos (MAHAN *et al.*, 2012).

Os monossacarídeos podem ter 3 a 7 átomos de carbono, mas o mais importante é o de carbono de seis hexoses: glicose, galactose e frutose. O monossacarídeo mais importante é a α -D-glicose. A *glicemia* refere-se à glicose (COZZOLINO, 2007).

A frutose é o mais doce de todos os monossacarídeos. A galactose é produzida a partir da lactose pela hidrólise durante o processo digestivo e tanto a galactose como a frutose são metabolizadas no fígado pela incorporação nas vias metabólicas para a glicose (MAHAN *et al.*, 2012).

Os dissacarídeos existem na natureza em uma ampla variedade, e os mais importantes na nutrição humana são a sacarose, a lactose e a maltose. A sacarose ocorre naturalmente em muitos alimentos sendo um aditivo em itens processados comercialmente, a lactose é produzida quase exclusivamente nas glândulas mamárias de animais lactantes e a maltose é raramente encontrada naturalmente nos alimentos, mas é formada pela hidrólise de polímeros de amido durante a digestão e também é consumida como aditivo em vários produtos alimentares (MAHAN *et al.*, 2012; COZZOLINO, 2007).

Os polissacarídeos são carboidratos com mais de 10 unidades de monossacarídeos. As plantas armazenam esses carboidratos como grânulos de amido formados pela ligação da glicose em cadeias lineares e em cadeias que se ramificam em uma complexa estrutura granular. As plantas produzem dois tipos de amido, a amilose e a amilopectina, sendo esta a mais abundante no abastecimento de alimentos, especialmente nos grãos e tubérculos ricos em amido (MAHAN *et al.*, 2012).

De acordo com FENNEMA *et al.*, (2010) os polissacarídeos amiláceos são os únicos polissacarídeos que podem ser hidrolisados pelas enzimas de seres humanos. Eles fornecem a D-glicose, que é absorvida pelas microvilosidades do intestino delgado, para proporcionar o principal substrato energético do metabolismo humano. Outros polissacarídeos consumidos normalmente, como os componentes naturais de vegetais comestíveis, frutas e outros materiais de plantas, e as gomas adicionadas aos produtos alimentícios processados, não são digeridos no estômago e no intestino delgado de seres humanos, chegando ao intestino grosso (colo) com pouca ou nenhuma modificação (a acidez do estômago não é forte o suficiente, nem o tempo de permanência do polissacarídeo no estômago é suficientemente longo, para ocasionar clivagem química significativa).

Oligossacarídeos e polissacarídeos podem ser digestíveis como por exemplo, a maioria dos produtos à base de amido, parcialmente digestíveis (amilose retrógradada, chamada de amido resistente) ou não digestíveis (todos os outros polissacarídeos). Quando ocorre a hidrólise digestiva para os monossacarídeos, os produtos da digestão são absorvidos e catabolizados

(apenas os monossacarídeos podem ser absorvidos ao longo da parede do intestino delgado e apenas a D-glicose é produzida pela digestão de polissacarídeos em seres humanos) (MAHAN *et al.*, 2012; COZZOLINO, 2007).

Os carboidratos que não são digeridos a monossacarídeos pelas enzimas do intestino delgado humano (todos os outros, exceto sacarose, lactose e produtos como as maltodextrinas, feitas a partir do amido), podem ser metabolizados por microrganismos, no intestino grosso, produzindo ácidos de baixo peso molecular, os quais são parcialmente absorvidos e usados para produção de energia. Portanto, carboidratos de todos os tamanhos moleculares podem ser calóricos, parcialmente calóricos ou não calóricos (FENNEMA *et al.*, 2010).

3.6.2. Fibra dietética

A fibra dietética é descrita como uma classe de compostos de origem vegetal constituída sobretudo de polissacarídeos. A característica-chave é que a substância não seja digerida no intestino delgado humano; assim, oligossacarídeos não digestíveis, por exemplo, rafinose e estaquiose, são incluídos como substâncias da fibra dietética (FENNEMA *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012).

A fibra dietética é nutricionalmente importante, pois mantém o funcionamento normal do trato gastrointestinal, aumentando o volume do conteúdo intestinal e das fezes, o que reduz o tempo de trânsito intestinal e ajuda a prevenir a constipação. Sua presença nos alimentos induz à saciedade, no momento das refeições (FENNEMA *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012).

Por outro lado, as fibras solúveis formam géis, desaceleram o tempo de trânsito gastrointestinal, ligam outros nutrientes, tais como colesterol e sais minerais e diminuem sua absorção (MAHAN *et al.*, 2012).

Os nutricionistas estabelecem as exigências de fibra dietética em 38 g/dia para os homens e 25 g/dia para mulheres. Considera-se que a fibra insolúvel reduz os níveis sanguíneos de colesterol, diminuindo as chances de doenças cardíacas. Ela também reduz as chances de câncer do colo, provavelmente devido a sua ação de “arrastar” substâncias (MAHAN *et al.*, 2012).

3.6.3. Lipídeos

O termo lipídeos se refere a diversos compostos químicos que têm como característica comum o fato de serem insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos (COZZOLINO, 2007).

São macronutrientes que desempenham funções energéticas, estruturais e hormonais no organismo. Gorduras e óleos têm, como principal função, o fornecimento de energia, enquanto os fosfolipídeos são constituintes da membrana, desempenhando a função estrutural de alta importância biológica (OLIVEIRA, 1998).

Os lipídeos e as gorduras constituem aproximadamente 34% da energia na dieta dos seres humanos. Fornecem cerca de 9 kcal/g de energia, os seres humanos são capazes de obter energia adequada com um consumo diário de alimentos que contenham gordura (MAHAN *et al.*, 2012).

O conteúdo total e a composição de lipídeos em alimentos podem variar muito. Os lipídeos desempenham um papel importante na qualidade dos alimentos, pois contribuem com atributos como textura, sabor, fornecem ácidos graxos essenciais, nutrição e aumentam a sensação de saciedade, além de veicular e auxiliar na digestão e absorção de vitaminas lipossolúveis (vitaminas A, D, E e K) e compostos fitoquímicos, tais como os carotenóides e licopenos. (FENNEMA *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

Os lipídeos são quase completamente absorvidos pelo organismo e transportados no sangue por um complexo molecular denominado lipoproteínas. Sua ingestão excessiva, tem sido relacionada às doenças coronarianas (MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

3.7.4. Proteínas

As proteínas são polímeros complexos, compostos por 21 aminoácidos diferentes. Os componentes são ligados por meio de ligações-amida substituídas. As inúmeras funções biológicas desempenhadas por proteínas não poderiam ser possíveis sem a complexidade de sua composição, o que dá origem a diversas formas estruturais tridimensionais, com diferentes funções biológicas (COZZOLINO, 2007; OLIVEIRA, 1998).

As proteínas desempenham um papel central nos sistemas biológicos. Além de funcionarem como enzimas, as proteínas como colágeno, queratina e a elastina também funcionam como componentes estruturais das células e dos organismos complexos. A diversidade funcional das proteínas resulta essencialmente de sua composição química (FENNEMA *et al.*, 2010).

As proteínas da dieta fornecem aminoácidos ao organismo que tem três destinos principais nomeadamente anabolismo (síntese de proteínas e polipeptídeos), catabolismo ou degradação, produção de energia e síntese de compostos de pequeno peso molecular. Por essas vias os aminoácidos servirão na construção e manutenção dos tecidos, formação de enzimas, hormônios, anticorpos, no fornecimento de energia. Como fonte de energia, as proteínas são equivalentes aos carboidratos, fornecendo 4 kcal/g ou 16,7 kJ/g (COZZOLINO, 2007; OLIVEIRA, 1998).

Fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, quimiotripsina e lectinas, interferem negativamente na atividade de determinadas enzimas digestivas, reduzindo a digestibilidade e a qualidade nutricional das proteínas (COZZOLINO, 2007).

Todas proteínas biologicamente produzidas podem ser usadas como *proteínas alimentares*. Entretanto, para efeitos práticos, as *proteínas alimentares* podem ser definidas como aquelas que apresentam fácil digestão, são atóxicas, adequadas no aspecto nutricional, funcionalmente utilizáveis em produtos alimentícios, disponíveis em abundância e cultiváveis por agricultura sustentável (COZZOLINO, 2007).

O leite, as carnes (incluindo peixes e aves), os ovos, os cereais, as leguminosas e as oleaginosas têm sido as principais fontes de proteínas alimentares utilizadas. Elas são proteínas de armazenamento em tecidos animais e vegetais, agindo como fonte de nitrogênio para o crescimento embrionário (FENNEMA *et al.*, 2010).

Entretanto, devido ao aumento crescente da população mundial, fontes não tradicionais de proteínas para a alimentação humana precisam ser desenvolvidas para atendimento das demandas futuras. No entanto, a adequação dessas novas fontes de proteínas para uso em alimentos depende de seu custo e de sua capacidade de cumprir a função normal dos ingredientes proteicos tanto de alimentos processados como dos preparados em casa (FENNEMA *et al.*, 2010).

As propriedades funcionais das proteínas nos alimentos estão relacionadas a suas características estruturais e outras características físico-químicas. A compreensão fundamental das propriedades físicas, químicas, nutricionais e funcionais das proteínas e as mudanças que essas propriedades sofrem durante o processamento é essencial quando se quer melhorar o desempenho das proteínas presentes em alimentos e quando se desejam fontes proteicas novas ou menos dispendiosas para competir com proteínas alimentares tradicionais (FENNEMA *et al.*, 2010).

3.7.5. Sais minerais

De acordo com FENNEMA *et al.*, (2010) os minerais são essenciais para muitas reações enzimáticas do organismo, eles são peças-chave na regulação do metabolismo, são essenciais à resistência e à rigidez dos ossos e dentes, facilitam o transporte de oxigênio e dióxido de carbono no sangue e são necessários à adesão e à divisão celulares.

Os minerais também podem ser tóxicos, sendo que há registros de muitos casos de graves lesões, e até mesmo morte, por exposição a minerais. Eles são divididos em microminerais (Cu, Zn, Fe, Mn e B) e macrominerais (Ca, P, S, K e Mg) (MAHAN *et al.*, 2012).

3.7.5.1. Cálcio

O cálcio é associado aos ossos, aos dentes e ao leite. A presença do cálcio na alimentação, tendo o leite como veículo, fornece substrato para a formação óssea e dos dentes. Os organismos de homens e mulheres adultos contêm cerca de 1.200 e 1.000 g de cálcio, respectivamente, o que torna o mineral mais abundante no organismo (OLIVEIRA, 1998).

Além de sua função estrutural, o cálcio desempenha importantes funções reguladoras em numerosos processos bioquímicos e fisiológicos de plantas e animais. Por exemplo, o cálcio está envolvido em fotossíntese, fosforilação oxidativa, coagulação sanguínea, contração muscular, divisão celular, transmissão de impulsos nervosos, atividade enzimática, função da membrana celular, adesão intercelular e secreção hormonal (MAHAN *et al.*, 2012).

Os níveis de ingestão adequada de cálcio variam de 210 mg/dia para lactentes a 1.300 mg/dia para adolescentes, mulheres grávidas e lactantes. As baixas ingestões de cálcio

contribuem para a ocorrência de várias doenças crônicas, incluindo a osteoporose, hipertensão e algumas formas de câncer (FENNEMA *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 1998).

A eficiência de absorção do cálcio é de 10 a 60%, dependendo da disponibilidade do mineral na alimentação. Os fatores que influenciam positivamente a absorção do cálcio são a vitamina D, a acidez da matéria digestiva, a presença de lactose, a proteína e o fósforo na alimentação. Entre os fatores que influenciam negativamente a absorção de cálcio, pode-se destacar a presença na alimentação de ácido oxálico, ácido fítico e fibra dietética (COZZOLINO, 2007; OLIVEIRA, 1998).

3.7.5.2. Fósforo

O fósforo é encontrado em todos os sistemas vivos, devido a seu papel vital na estrutura das membranas celulares e em quase todos os processos metabólicos. Dessa forma, o fósforo é necessário a reprodução celular, transporte de nutrientes por meio de membranas, metabolismo energético (sendo constituinte do ATP) e regulação de processos metabólicos (MAHAN *et al.*, 2012).

As fontes alimentares do fósforo são carne, aves, peixes e ovos. O leite e seus derivados são também boas fontes de fósforo, assim como as nozes, as leguminosas, os cereais e os grãos (MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

As RDAs para o fósforo variam entre 100 mg/dia, para lactentes, a 1.250 mg/dia, para adolescentes, mulheres grávidas e lactantes. A RDA do fósforo é muito semelhante ao nível de ingestão adequado de Ca, mas ao contrário da situação do Ca, a deficiência do fósforo é rara, exceto em indivíduos portadores de algumas doenças metabólicas (COZZOLINO, 2007; FENNEMA *et al.*, 2010).

3.7.5.3. Ferro

Segundo MAHAN *et al.*, (2012) o ferro foi reconhecido como um nutriente essencial há mais de um século. A deficiência nutricional de ferro e a anemia por deficiência de ferro continuam sendo muito comuns no século XXI, apesar da ampla disponibilidade dos alimentos ricos em ferro.

A melhor fonte dietética é o fígado, seguido dos frutos do mar, rim, coração, carnes magras e aves (o ferro presente nestes alimentos é biologicamente mais disponível, por ser ligado ao heme e absorvido diretamente pelas células da mucosa intestinal). Os Feijões secos e as hortaliças são as melhores fontes vegetais (MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998)

Os organismos de homens e mulheres adultos contêm por volta de 4 e 2.5 g de ferro, respectivamente. Cerca de dois terços desse ferro é funcional, o que significa que desempenham um papel ativo no metabolismo (FENNEMA *et al.*, 2010).

O ferro funcional desempenha muitos papéis fundamentais nos sistemas biológicos, incluindo transporte de oxigênio (hemoglobina e mioglobina), respiração e metabolismo energético (citocromos e proteínas com ferro e enxofre), destruição de peróxido de hidrogênio (peroxidase e catalase) e síntese de DNA (ribonucleotídeo redutase). Os valores das RDAs para lactentes são de 11 mg/dia, para crianças 10 mg/dia e 27 mg/dia para gestantes (OLIVEIRA, 1998).

3.7.5.4. Zinco

O zinco está presente em sistemas biológicos sob a forma do cátion bivalente Zn^{2+} . Ele está envolvido em diversas funções metabólicas agindo na estrutura, bem como na catalisação de metaloenzimas. Ele funciona como antioxidante, ou seja, como um cofator da metaloenzima superoxidodismutase Cu/Zn. Além disso, ele desempenha uma função-chave na regulação da expressão genética (OMS, 1998; MAHAN *et al.*, 2012).

O corpo humano possui aproximadamente de 2 a 3 g de zinco, com concentrações mais elevadas no fígado, no pâncreas, nos rins, nos ossos e nos músculos (MAHAN *et al.*, 2012).

As principais fontes alimentares de zinco são as carnes bovina, de frango e peixe, camarão, ostras, fígado, grãos integrais, castanhas, cereais, legumes e tubérculos. Frutas, hortaliças e outros vegetais em geral são fontes pobres em zinco. A interação do zinco com outros nutrientes da alimentação pode aumentar ou diminuir sua absorção (OLIVEIRA, 1998; MAHAN *et al.*, 2012).

O fitato (mio-inositol hexafosfórico) presente em altas concentrações em alimentos ricos em fibras (cereais, legumes e vegetais folhosos) liga-se ao zinco, formando complexos insolúveis e diminuindo sua digestibilidade e absorção (OLIVEIRA, 1998).

As RDAs de zinco variam de 2 mg/dia, para lactentes, 13 mg/dia, para mulheres lactantes e adolescentes. A deficiência de zinco em homens e animais gera diminuição da resposta imune, dificultando a cicatrização de feridas, retardo de crescimento, atraso na maturação sexual e esquelética, aparição de mudanças comportamentais e a redução do apetite (FENNEMA *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012; OMS, 1998).

3.7.5.5. Cobre

O cobre é um micromineral essencial e um importante constituinte do sangue. Encontra-se em maior concentração no fígado, cérebro, coração e rim. Está bem distribuído nos alimentos sendo suas maiores fontes os crustáceos, nozes, vísceras (fígado e rim), leguminosas, frutas frescas, vegetais verdes, chocolate e grãos dos cereais. (MACÊDO *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

Em geral, as frutas e os vegetais contêm pouco cobre. O leite de vaca, uma fonte pobre em cobre contém 0,015 a 0,18 mg/L, enquanto que o cobre no leite materno é bem absorvido e varia de 0,15 a 1,05 mg/L (MAHAN *et al.*, 2012).

A deficiência de cobre em seres humanos adultos é muito rara, sugerindo que a ingestão dietética é suficiente para prevenir a sua carência. Porém a deficiência de cobre em crianças é caracterizada por anemia, neutropenia e anormalidades esqueléticas, especialmente a desmineralização (MACÊDO *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012).

O cobre desempenha papel importante na maturação dos tecidos linfoides. Atua também como cofator para a enzima superóxido dismutase (SOD), enzima chave na defesa antioxidante. O cobre livre no plasma é um agente catalizador de espécies reativas de oxigênio (radicais livres) (MACÊDO *et al.*, 2010).

A RDA estabelecida para o cobre para adolescentes e adultos de ambos os gêneros é de cerca de 0,9 mg/dia. As ingestões de cobre devem variar entre 0,2 e 0,22 mg/dia para lactentes e entre 0,34 e 0,44 mg/dia para crianças. Os bebês prematuros nascem com baixas reservas de cobre e podem necessitar de cobre dietético adicional durante os primeiros meses de vida (MAHAN *et al.*, 2012).

3.7.5.6. Magnésio

O magnésio é o segundo cátion intracelular mais abundante no corpo. O corpo humano adulto contém aproximadamente de 20 a 28 g de magnésio, do qual aproximadamente 60% é encontrado nos ossos, 26% nos músculos e o restante nos tecidos moles e fluidos corporais (MAHAN *et al.*, 2012).

O magnésio é um elemento essencial, que desempenha papel fundamental nas atividades enzimáticas. Atua como cofator em mais de 300 reações metabólicas, como no metabolismo energético e proteico, glicólise e síntese de adenosina trifosfato. Atua, ainda, na estabilidade da membrana neuromuscular e cardiovascular e como regulador fisiológico da função hormonal e imunológica. As altas ingestões de magnésio estão associadas a maior densidade óssea. O magnésio também desempenha um papel no aprendizado e na memória (MACÊDO *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

Os alimentos fonte de magnésio são as leguminosas, nozes, amêndoas e vegetais folhosos verde-escuros, pois o magnésio é constituinte essencial da clorofila. A deficiência de magnésio é relacionada a sintomas como tremores, espasmos musculares, alterações de personalidade, anorexia, náusea e vômito (MACÊDO *et al.*, 2010).

A deficiência de magnésio também é associada à resistência à insulina e à síndrome metabólica, pois o magnésio é necessário para o metabolismo de carboidrato. A baixa ingestão de magnésio contribui para a hipertensão, cardiopatia coronariana, infarto do miocárdio e osteoporose (MAHAN *et al.*, 2012). As RDAs para crianças variam de 80 a 130 mg/dia, de 400 mg/dia para gestantes e 360 mg/dia para lactantes (FENNEMA *et al.*, 2010; MAHAN *et al.*, 2012).

3.7.5.7. Manganês

O papel metabólico do manganês é considerável, pois ele ativa numerosas enzimas envolvidas na síntese do tecido conjuntivo, na regulação da glicose, na proteção das células contra os radicais livres, nas atividades neuro-hormonais e à reprodução. É absorvido no intestino delgado, atinge o fígado e daí é distribuído para diversas partes do organismo (SILVA e MURA, 2007)

As RDAs para o manganês são de 2,3 mg/dia para homens e 1,8 mg/dia para mulheres. Para crianças a partir de 9 anos de idade são de 1,9 a 2,2 mg/dia para meninos e de 1,6 mg/dia para meninas. Dependendo da idade das crianças elas variam de 1,2 a 1,5 mg/dia (MAHAN *et al.*, 2012).

O conteúdo de manganês dos alimentos varia muito. As fontes mais ricas são os grãos integrais, as leguminosas, as nozes e os chás. As frutas e os vegetais são fontes moderadamente boas. Os tecidos animais, os frutos do mar e os laticínios são fontes pobres (OMS, 1998; MAHAN *et al.*, 2012).

A deficiência de manganês nos animais, embora rara, afeta a capacidade reprodutora, a função pancreática e os aspectos do metabolismo dos carboidratos. Os baixos níveis de manganês no sangue podem ser associados ao retardamento do crescimento intrauterino fetal e ao peso baixo ao nascer em humanos (MAHAN *et al.*, 2012).

3.7.5.8. Potássio

O potássio é um nutriente essencial, mas suas deficiências são raras, pois as ingestões são quase sempre maiores que as necessidades (FENNEMA *et al.*, 2010).

O potássio exerce papel importante na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio hídrico e ácido-básico do organismo. É o maior cátion intracelular do corpo, necessário para a função celular normal. A deficiência moderada de potássio é caracterizada pelo aumento da pressão sanguínea, por isso a ingestão inadequada deste mineral pode aumentar o risco de doenças cardiovasculares, particularmente o acidente vascular cerebral (COZZOLINO, 2007).

As fontes alimentares de potássio são os alimentos não processados, como frutas (bananas, frutas secas, laranja), vegetais (espinafre, brócolis, tomate) e carnes frescas (HANDS, 2000).

Devido à insuficiência de dados de pesquisas dose-resposta, não puderam ser estabelecidas as RDAs para o potássio (COZZOLINO, 2007).

3.7.5.9. Enxofre e Boro

O enxofre faz parte das moléculas de proteínas em todas as células do organismo. Essa estreita relação com as proteínas confirma que, via de regra, ele é suficiente em toda a dieta rica nas mesmas. Em média os alimentos protéicos contêm 1% de enxofre (MACÊDO *et al.*, 2010).

A sua quantidade nos alimentos, sob a forma de sulfato, é extremamente pequena. A entrada no organismo é feita como componente dos aminoácidos que o contêm, como a cisteína, a cistina e a metionina. Os aminoácidos que contêm enxofre regulam o metabolismo lipídico (MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

As funções do enxofre no organismo são várias: constituinte das proteínas celulares, da melanina, dos tecidos conjuntivos e das cartilagens. Atua no metabolismo do tecido nervoso. O enxofre está envolvido na formação do coágulo, no mecanismo de transferência de energia e como parte de algumas vitaminas. O enxofre pode ser considerado como um antioxidante (MAHAN *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 1998).

Não há provas a favor de deficiências do enxofre, embora o crescimento insatisfatório, nas dietas pobres em proteínas, pode ser devido também aos aminoácidos contendo o mesmo (MAHAN *et al.*, 2012).

A metionina e a cisteína fornecem quase 100% de enxofre na dieta humana. As fontes alimentares de enxofre incluem carne, aves, peixes, ovos, feijões secos, brócolis e couve-flor. Não há RDA para o enxofre (MAHAN *et al.*, 2012).

O boro aos poucos vai ganhando certa importância na nutrição. Ainda não foi estabelecida a essencialidade do boro para os seres humanos, mas a sua essencialidade para os vegetais e animais é amplamente aceita. As maiores concentrações de boro são encontradas no osso, no baço e na tireóide, embora esteja presente em todos outros tecidos do corpo. (MACÊDO *et al.*, 2010).

O boro está associado às membranas celulares e, nos vegetais, está envolvido com a eficiência funcional das membranas celulares. A deficiência de boro altera a composição e a função cerebral e reduz a composição, a estrutura e a força ósseas (MAHAN *et al.*, 2012).

Não foram estabelecidas as RDAs para o boro. Os alimentos que são boas fontes de boro incluem alimentos de origem vegetal, especialmente as frutas não cítricas, as hortaliças, as nozes

e as leguminosas. O vinho, a cidra e a cerveja também são boas fontes de boro (MAHAN *et al.*, 2012).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABAS, F. et al. Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of selected Malay traditional vegetables. *Food Chemistry*, v. 95, n. 4, p. 566–573, April, 2006.

ACEDO, J. Z.; REYES, C. T.; RODRIGUEZ, E. B. Health-Promoting Lipids From Purslane (*Portulaca oleracea* L.): Isolation, Characterization, Quantification and In Vivo Assay of Angiogenic Activity. *The Philippine Agricultural Scientist*, v. 95, n. 4 p. 327-334, December, 2012.

ACHA, P. N., SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Bacteriosis y micosis.** Volumen I. Publicacion Científica Y Técnica nº 580. Washington: OPS/OMS. 2003, p.153-60 e 240-254.

ALAM, A.; JURAIMI, A. S.; RAFII, M. Y. Evaluation of Antioxidant Compounds, Antioxidant Activities, and Mineral Composition of 13 Collected Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Accessions, *BioMed Research International*, v. 2014, p.1-10, January, 2014.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 1, p.1-9, julho, 2007.

ANTUNES, R. P. M. et al. Atividade antimicrobiana “in vitro” e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de fitoconstituintes e produtos sintéticos sobre bactérias e fungos leveduriformes. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v.16, n.4, p. 517-524, Oct./Dec., 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos.** 5. ed. Viçosa: UFV, 2011. 601p.

BAGCHI, D. et al. Anti-angiogenic, Antioxidant, and Anti-carcinogenic Properties of a Novel Anthocyanin Rich Berry Extract Formula. *Biochemistry (Moscow)*, v. 69, n. 1, p. 75-80, Jan., 2004.

BAKKIYARAJ, S.; PANDIYARAJ, S. Evaluation of Potential Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plants Against Common Food-Borne Pathogenic Microorganism. *International journal of Pharma & Bio Sciences*, v. 2, n. 2, p. 484, Apr-Jun. 2011.

BARBOUR, E. K. et al. Screening of selected indigenous plants of Lebanon for antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 93, n. 1, p.1-7, Jul., 2004.

BOSI, G. et al. Ethnobotany of purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Italy and morphobiometric analyses of seeds from archaeological sites in the Emilia Romagna Region (Northern Italy). *Plants and Culture*, p. 129–139, 2009.

BRASIL. **Cartilha de conceitos sobre acesso ao Patrimônio Genético e ao Conhecimento Tradicional Associado.** Departamento de Meio Ambiente e Licenciamento – UFRGS. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/patrimoniogenetico/conceitos-e-definicoes/patrimonio-genetico>> acesso em 02/junho/2014.

BROINIZI, P. R. B. et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 902-908, Oct./Dec., 2007.

CALDER, P. C.; KEW, S. The immune system: a target for functional foods? *Br. J. Nutri.*, v. 88, p. 165-177, Nov, 2002.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Outbreaks of *Salmonella* Serotype Enteritidis Associated with Eating Shell Eggs - United States, 1999-2001. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, v. 51, n. 51, p. 1149-1152, 2003.

CHOWDHARY, C. V. et al. A review on phytochemical and pharmacological profile of *Portulaca oleracea* Linn. (purslane). *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, v.4, n.1, p. 34-37, Jan-Feb., 2013.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**, 2 ed. Manole, 2007, 992p.

CUVELIER, M. E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Comparison of antioxidative activity of some acid-phenols; structure-activity relationship. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, v. 56, n. 2, p. 324-335, Feb., 1992.

DDTHA/CVE (Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar / Centro de Vigilância Epidemiológica). **Salmonella Enteritidis / Salmoneloses**. InformeNet DTA [on line] 2000. Disponível em <<http://www.cve.saude.sp.gov.br> <Doenças Transmitidas por Água e Alimentos><Doenças><Bactérias> acesso em 15 Agosto de 2014.

DE LA FUENTE, Effects of antioxidants on immune system ageing, *Eur. J. Clin. Nutr.*, v. 56, p.5-8, Aug, 2002.

FDA (*Food and Drug Administration*). **Safer Eggs: laying the Groundwork**. USA: FDA; 1999.

FENNEMA, O. R. DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**, 4 ed. Artmed, 2010, 900p.

FERNANDES, S. A. et al. **Resistência antimicrobiana de sorotipos de Salmonella isolados de origem humana e não humana, no estado de São Paulo, no período de 1996-2003**. Anais do V Encontro do Instituto Adolfo Lutz - Encontro Nacional dos LACENS; outubro de 2003, São Paulo, Brasil. São Paulo: IAL, p.26, 2003.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed., Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 607p.

FUNARI, C.S.; FERRO, V.O. Uso ético da biodiversidade brasileira: necessidade e oportunidade. *Revista Brasileira Farmacognosia*, v. 15, n.2, p. 178-182, Apr./June, 2005.

HEREDIA, N. et al. **Microbiologically safe foods**. A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION. 2009 p. 30-34.

HOLT, J. G.; KRIEG, N. R.; SNEATH, P. H. A.; STALEY, J. T.; WILLIAMS, S. T. Genus *Enterococcus*. In: *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 787p. Grupo 17, p. 527-558.

HU, F. B. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr. Opin. Lipidol*, v. 13, n. 1, p3-9, Feb., 2002.

ISMAIL, H. I. et al. Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, v. 119, n. 2, 643-647, Mar., 2010.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2005, p.471-489 e 541-563.

KINUPP, V. F. **Plantas Alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 562f. Tese. Curso de Doutorado. Programa Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014, 768p.

KONING, J. **Check list of vernacular plant names in Mozambique**. Wageningen Universiteit, 1993. 274p.

LOGUERCIO, A.P.; BATTISTIN, A.; DE VARGAS, A.C.; HENZEL, A.; WITT, N.M. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). *Ciência Rural*, v. 35, n. 2, p. 371-376, mar-abr, 2005.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 382p.

MACÊDO, E. M. et al. Efeitos da deficiência de cobre, zinco e Magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 28, n. 3, p. 329-36, jul. 2010.

MACHADO, T. F.; BORGES, M. F.; BRUNO, L. M. **Aplicação de Antimicrobianos Naturais na Conservação de Alimentos**. Embrapa. Fortaleza, 1^a ed., 2011.

MAHAN, L. K.; STUMP, S. E.; RAYMOND, J. L.; **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**, 13 ed. Elsevier, 2012, 1227p.

MAILLARD, M. N.; SOUN, M. H.; BOIVIN, P.; BERSET, C. Antioxidant activity of barley and malt: relationship with phenolic content. *Food Science and Technology*, v. 29, n. 3, p. 238-244, May, 1996.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010. *Manual de hortaliças não-convencionais*. Brasília: MAPA/ACS, 92 p. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/Qualidade/Qualidade%20dos%20Alimentos/manual%20hortali%C3%A7as_WEB_F.pdf. Acessado em 10 de Março de 2014.

MARCAURELLE L. A.; JOHANNES C. W: Application of natural product inspired diversity oriented synthesis to drug discovery. *Progress in Drug Research*, v. 66, p. 187-216, 2008.

MAZZA, G. Anthocyanins and heart health. *Ann Ist Super Sanità*, v. 43, n. 4, p. 369-374, 2007.

McCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Lipídeos. In: **Química de Alimentos de FENNEMA**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

MEHTA, R. G.; PEZZUTO, J. M. Phytochemicals as potential cancer chemopreventive agent. CRC press, 2005. p. 237-246.

MONTHANA, R. A. A.; LINDEQUIST, U. Antimicrobial activity of some medicinal plants of the island Soqotra. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 96, n. 1-2, p.177-181, Jan. 2005.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, v.1054, n.1-2, p.95-111, Oct., 2004.

NAYAKA, H. B.; LONDONKAR, R. L.; UMESH, M. K. AND TUKAPPA, A. Antibacterial Attributes of Apigenin, Isolated from *Portulaca oleracea* L. *International Journal of Bacteriology*, v. 2014, p. 1-8, 2014.

OKAFOR, I. A.; AYALOKUNRIN, M. B.; ORACHU, L. A. A review on *Portulaca oleracea* (Purslane) plant – Its nature and biomedical benefits. *International Journal of Biomedical Research*, v. 5, n. 2, p. 75-80, feb. 2014.

OLIVEIRA, J. E. D.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**, 1 ed Sarvier, 1998, 403p.
OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**, 1 ed. Roca, 1998, 297p.

PITA, M. S. Tendencias atual del estreptococo como indicador de contaminación fecal. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia* . Havana. v.40 n.138-43p.jan/abr.2002.

PESSUTO, M. B. et al. Atividade antioxidante de extratos de taninos condensados das folhas de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. *Química Nova*, v. 32, n. 2, p. 412-6, Jan., 2009.

RABSH, W. et al. Competitive exclusion of *Salmonella* Enteritidis by *Salmonella Gallinarum* in Poultry. *Emerging Infectious Diseases*. v. 6, n. 5, p. 444-448, Sep-Oct., 2000.

RAHMAN, I. Dietary polyphenols mediated regulation of oxidative stress and chromatin remodeling in inflammation. *Nutrition reviews*, v. 66, n. 1, p. 42-45, Aug., 2008.

SILVA, S. M. S.; MURA, J. D. P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007. p. 77-112.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista Nutrição*, v. 15, n. 1, p. 71-81, Jan./Abr., 2002.

STINTZING, F. C., CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, v. 15, n. 1, Jan., p. 19-38, 2004.

TALLGEIR, H. et al. Emerging Quinolone-Resistant *Salmonella* in the United States. *Emerging Infectious Diseases* [serial on line] Jul-Sep; 3 (3):[2 screens], 1997. Disponível em <<http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol3no3/hayes.htm>> acesso em 12 Agosto 2014.

TONDO, E.C.; RITTER, A.C. Salmonella and Salmonellosis in Southern Brazil: a review of the last decade “Salmonella: Classification, Genetics and disease Outbreaks”, editado pela Nova Science Publishers, Inc, Nova York, USA. ISBN: 978– 161–942–928–4, 2012.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B.R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2012. p. 310-318 e 711-715.

UDDIN, K. et al. Purslane Weed (*Portulaca oleracea*): A Prospective Plant Source of Nutrition, Omega-3 Fatty Acid, and Antioxidant Attributes, *The Scientific World Journal*, vol. 2014, p. 1-6, Feb., 2014.

UEHARA, O.Y. et al. **Gravidade de surto de doenças transmitidas por alimentos: relato de cinco casos internados em consequência de surto de diarreia na cidade de São Caetano do Sul, em maio de 2002**. REV NET DTA 3(1):11-18, 2003. Disponível em <<http://www.cve.saude.sp.gov.br> <Doenças Transmitidas por Água e Alimentos><REV NET DTA>, acesso em 12 de Agosto de 2014.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. Rev. Bras. Nutri. Clin., v. 23, n. 2, p. 141-9, 2008.

WELKER, C.A.D et al. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 44–48, 2010.

WIEST, J. M. et al. Atividade anti-estafilocócica em extratos de plantas com indicativo medicinal ou condimentar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 209-215, 2009a.

WIEST, J. M. et. al. Inibição e inativação de *Escherichia coli* por extratos de plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* (Impresso), v.29, n. 3, p.1 - 7, Jul./Set., 2009b.

WIEST, J. M. et al. *Salmonella sp*: inibição e inativação in vitro de extratos de plantas com indicativo etnográfico medicinal ou condimentar, acessadas em Porto Alegre /RS / BR. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.119 - 127, Out., 2009c.

CAPÍTULO II

**ARTIGO: Prospecção nutricional, fitoquímica e antibacteriana em *Portulaca oleracea* L.
(beldroega)**

**PROSPECÇÃO NUTRICIONAL, FITOQUÍMICA E ANTIMICROBIANA EM
PORTULACA OLERACEA L. (BELDROEGA)**

Mangoba, P. M. A.^{a,b*}, José, A. E.^b, Paim, M. P.^c, Wiest, J. M.^b

^aEscola Superior de Desenvolvimento Rural/Universidade Eduardo Mondlane, Bairro 7 de Setembro, Fax +258 29382159, Vilankulo, Inhambane-Moçambique

^bInstituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Avenida Bento Gonçalves, 9500, CEP 91505-970, Porto Alegre – RS/Brasil

^cDepartamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus do Vale, Avenida Bento Gonçalves, 9090, CEP 91540-000, Porto Alegre – RS/Brasil

*Correspondência: Mangoba, P. M. A., E-mail: paulamangoba@yahoo.com.br

ABSTRACT

NUTRITIONAL, PHYTOCHEMICAL AND ANTIMICROBIAL PROSPECTION IN *PORTULACA OLERACEA* L. (PURSLANE)

The study aimed to determine the proximate and mineral composition of fresh purslane; the intensity of bacterial inhibition activity (IINIB) and the intensity of bacterial inactivation activity (IINAB) in concentrations of 50, 25, 12.5 and 6.25% from aerial parts ethanolic extracts of purslane on different bacterial inocula of interest in food (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* Enteritidis and *Enterococcus faecalis*) by the method of Multiple Tube System, antioxidant activity by DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrihidrazil) and relating them to the presence of total polyphenols and anthocyanins evaluated by Folin-Ciocalteu and differential pH methods, respectively. The moisture, protein, fat, total ash, crude fiber, carbohydrates and energy value on wet basis were 91.23 ± 0.39 , 1.67 ± 0.30 , 0.37 ± 0.09 , 1.22 ± 0.16 , 1.45 ± 0.08 , $4.05 \pm 0.27\%$ and 109.52 ± 6.46 KJ.100g⁻¹, respectively. On dry basis the values of protein, fat, total ash, crude fiber and carbohydrates were 17.40 ± 2.36 , 3.85 ± 1.06 , 12.79 ± 2.32 , 16.57 ± 0.31 and $42.09 \pm 0.89\%$, respectively. The leaves and stems of purslane proved to be excellent sources of Fe (10.5 mg.100⁻¹) and K (9100 mg.100⁻¹). The most sensitive bacteria to the extract were *Escherichia coli* and the less one was *Staphylococcus aureus*. The content of total polyphenols and anthocyanins were higher at a concentration of 50% yielding the following values 51.46 ± 0.26 mg EAG.100g⁻¹, 8.05 ± 0.06 mg.100g⁻¹, respectively. There were significant differences of these bioactive compounds by varying the concentration ($p \leq 0.05$). The maximum percentage inhibition at a concentration of 50% was 61.31% suggesting that the extract has a moderate antioxidant activity and the remaining concentrations was weak. The findings of this research grounded the nutritional characterization and potential antibacterial activity of purslane as unconventional edible plant, seeking to establish the relationship structure-activity.

Key words: Antibacterial activity; *Portulaca oleracea* L.; phytochemical compounds, antioxidant activity

1. INTRODUÇÃO

A *Portulaca oleracea* L. (beldroega) pertencente à família Portulacaceae é comumente conhecida como uma erva daninha anual, herbácea e suculenta, que apresenta uma elevada taxa de crescimento e eficiência do uso da água mesmo em áreas secas.¹ O uso desta planta como hortaliça, especiaria e na medicina tradicional é conhecido desde os tempos dos antigos egípcios.² Vários estudos incluem a importância de hortaliças e frutas na dieta humana.³ Em geral, os diferentes grupos de vegetais são extremamente ricos em carboidratos, proteínas, minerais e vitaminas⁴, e alguns grupos específicos têm alto potencial medicinal como prevenção ou cura de doenças como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, artrite, febre, tosse, infecções de pele, dores de estômago entre outras. Além disso, os vegetais podem diminuir a incidência de câncer e também podem ser eficientes no controle de doenças relacionadas com a idade³, uma vez que estes têm componentes bioquímicos que são potentes fitoterápicos.

Os constituintes naturais à base de vegetais podem ser obtidos a partir de qualquer parte deste como cascas, folhas, flores, raízes, frutos, sementes e usados como medicamento, desde a antiguidade. Os efeitos benéficos dos constituintes dos vegetais são normalmente o resultado de combinações de produtos secundários presentes na planta que constituem uma fonte importante de antioxidantes e antimicrobianos.^{5,6}

A diversidade de bactérias patogênicas é grande e por isso é grande também a variedade de doenças causadas por elas. Apesar da existência de muitos agentes antimicrobianos potentes, as estirpes patogênicas multirresistentes são continuamente emergentes, que impõe a necessidade de uma pesquisa contínua e desenvolvimento de novas drogas antimicrobianas.⁷ Neste cenário, o uso de antimicrobianos naturais é uma opção atraente,⁸ tendo em vista que os antimicrobianos sintéticos são por vezes associados a atributos carcinogênicos, teratogênicos e toxicidade residual.^{8,9}

Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a atividade antimicrobiana como atividade de intensidade de inibição (IINIB) e atividade de intensidade de inativação (IINAB), a atividade antioxidante da beldroega e correlacionar estas atividades com a presença de polifenóis totais e antocianinas, bem como, resgatar o seu potencial nutricional.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Coleta e preparo de amostras

O experimento foi desenvolvido nos laboratórios de higiene de alimentos e bromatologia do Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS.

Amostras das partes aéreas (folhas e talos) da beldroega foram colhidas numa propriedade familiar de base agroecológica nos meses de março de 2013 e maio de 2014, na localidade Limoeiro de Bacopari (30° 16'S e 50° 28'O), Município de Palmares do Sul/RS. A planta foi caracterizada e identificada botanicamente a partir de exsicatas, depositadas no Herbário do Instituto de Biociências/Departamento de Botânica da UFRGS, Porto Alegre/RS, Brasil, recebendo o número de registro ICN 180088.

Para a obtenção do extrato alcoólico usado para as análises fitoquímica e antibacteriana, o material foi cortado grosseiramente e colocado em álcool etílico de cereais à 96 °GL,¹⁰ na proporção de 400 g para 1000 mL de álcool. Após quinze dias de contato procedeu-se à filtração e o macerado obtido foi submetido à destilação fracionada sob pressão reduzida em um sistema de rota-vapor, desprezando-se a porção alcoólica.¹¹ Para a caracterização nutricional (análises físico-químicas e sais minerais) foram utilizadas a planta *in natura* recentemente colhida.

2.2. Análises físico-químicas e de sais minerais

Nas análises físico-químicas, foram realizadas de acordo com os protocolos descritos pelo AOAC¹². Os lipídios foram determinados por extração com éter etílico, em aparelho Soxhlet; cinzas totais obtidas por incineração em forno mufla a 550 °C, até obtenção de peso constante; umidade determinada pela secagem em estufa a 105 °C e proteínas pelo método Micro-Kjeldahl (utilizando-se o fator 5,75, recomendado para proteínas vegetais). A fibra bruta total foi obtida baseando-se na determinação do resíduo orgânico insolúvel da amostra, após uma digestão ácida e outra alcalina. Os carboidratos (CHO) totais foram analisados por diferença, calculados de acordo com a seguinte fórmula: % CHO totais = 100% - (% umidade + % proteínas + %

lipídios + % cinzas totais + % fibras alimentares).¹³ A energia em quilocalorias (kcal) foi calculada pela multiplicação dos teores de CHO totais, proteínas e lipídios pelos fatores 4, 4 e 9 (kcal.g⁻¹), respectivamente. A energia em quilojoules (kJ) foi determinada pela multiplicação da energia em kcal pelo fator 4,18.¹⁴ Os experimentos foram realizados em três repetições sendo os resultados expressos em valores percentuais.

Os micro e macrominerais foram determinados pelo método espectroscópico de emissão plasma indutivamente acoplado (ICP) que consiste no tratamento da amostra incinerada com HNO₃ e posterior dissolução em HCl.¹²

2.3. Análises Fitoquímicas

2.3.1. Polifenóis Totais (TPT)

A extração de polifenóis totais foi realizada segundo a metodologia de Vinson *et al.*¹⁵ onde 100 µL de amostra de cada extrato em diferentes concentrações, foram colocados em tubos tipo Eppendorf, sendo acrescidos 500 µL de solução de extração contendo metanol (Grupo Químico[®], BR) a 50% e ácido clorídrico (Nuclear[®], BR) a 1,2 M. Os tubos foram colocados em banho-maria a 90°C por três horas, sendo depois retirados e resfriados a temperatura ambiente e o volume completado a 1mL com metanol puro. As amostras foram então centrifugadas (Centrifuge 5415R- Eppendorf[®], Alemanha) a 5.000 rpm durante 5 minutos. Os sobrenadantes constituíram extratos de polifenóis totais.

A determinação dos teores de polifenóis totais foi realizada através do método Folin-Ciocalteu, sendo que a solução Folin foi preparada utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (Merck) e água deionizada 1:1 (v/v). Em tubos do tipo Eppendorf foram adicionados 60 µL dos extratos de polifenóis, acrescidos de 150 µL da solução de Folin deixando reagir por cinco minutos, após os quais foram adicionados 150 µL de carbonato de sódio (20%) e o volume foi completado com 840 µL de água deionizada, deixou-se esta solução reagir por 30 minutos e a absorbância lida a 750 nm em espectrofotômetro (UV Mini 1240, Shimadzu[®], Japan). Os teores dos polifenóis foram obtidos por interpolação com uma curva padrão construída com soluções de ácido gálico (0, 25, 50, 75, 100, 125 e 150 µg.mL⁻¹) e os resultados foram expressos em

miligramas (mg) de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra fresca. Os experimentos foram realizados em três repetições.¹⁶

2.3.2. Teor de Antocianinas (TA)

As antocianinas totais foram determinadas pelo método de pH diferencial, conforme descrito por Giusti e Wrolstad¹⁷. Foram adicionados 1800 µL de dois sistemas-tampão: cloreto de potássio pH 1,0 (0,025 M) e acetato de sódio pH 4,5 (0,4 M) a 200 µL de cada extrato em diferentes concentrações e deixados em repouso por 15 min à temperatura ambiente (25±2 °C) após este período foi feita leitura da absorbância a 540 nm e 700 nm em espectrofotômetro (UV Mini 1240, Shimadzu[®], Japan). O teor de antocianinas foi calculado de acordo com a equação:

$$\text{Antocianinas monoméricas} = \frac{A \times PM \times FD \times 100}{\epsilon \times m}$$

Onde: A = absorbância = $(A_{\text{max.vis}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1,0} - (A_{\text{max.vis}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4,5}$

PM = peso molecular = 449,2 g.mol⁻¹ ; FD = fator de diluição, ϵ = absorvidade molar = 26900 L.(cm x mol)⁻¹, que corresponde à cianidina 3-glicosídeo e m = massa da amostra (g).

2.3.3. Atividade Antioxidante (AA)

A atividade antioxidante (AA) foi avaliada pelo método do DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazil) segundo Brand-Williams *et al.*¹⁸ e adaptação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA¹⁹, que consiste basicamente na capacidade de captura do radical livre DPPH pelo antioxidante presente na amostra, produzindo um decréscimo da absorbância. Foram adicionados 3.9 ml de solução DPPH a 60 µM e 90 µL de metanol em 10 µL de cada extrato em diferentes concentrações, as reações transcorreram no escuro e a temperatura ambiente, sendo a absorbância lida a 515 nm ao final de 15, 30, 45 e 60 minutos. Uma solução controle foi preparada com 100 µL de metanol P.A. adicionando 3.9 ml de solução DPPH. O álcool metílico puro foi usado para calibrar o espectrofotômetro. Os experimentos foram realizados em três repetições independentes e os percentuais de inibição antioxidante foram calculados por diferença das absorbâncias da amostra e do branco.²⁰

2.4. Atividade antibacteriana do extrato etanólico da beldroega

Para a avaliação da atividade antibacteriana do extrato foram usados os seguintes inóculos bacterianos: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 11229), *Salmonella* Enteritidis (ATCC 11076) e *Enterococcus faecalis* (ATCC 19433), provenientes da coleção-bacterioteca do Laboratório de Higiene de Alimentos do ICTA/UFRGS. Os inóculos foram reativados em meio de cultura BHI (*Brain Heart Infusion*, ACUMEDIA, USA), por um período de 24 horas de incubação aeróbia a 37 °C, com o objetivo de atingir uma concentração $\geq 1,0 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹, para ser confrontado com extratos a diferentes concentrações, através de diluições seriais logarítmicas.²¹ Para determinação da atividade antibacteriana, utilizou-se o teste de diluição segundo Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft/Sociedade Alemã de Medicina Veterinária (DVG)²², com base na técnica do sistema de tubos múltiplos, modificada por Avancini²¹ e utilizada por Carvalho *et al.*²³ e retomada por Maciel *et al.*²⁵, confrontando os extratos com oito diluições seriais logarítmicas (10^{-1} a 10^{-8} UFC.mL⁻¹) dos inóculos bacterianos dependendo da concentração bacteriana atingida pela cultura-mãe após 24 horas de incubação.

A sensibilidade ou a resistência dos inóculos confrontados com o extrato vegetal, foi verificada através da presença ou ausência desses microrganismos em placas de Petri contendo BHI agar, sendo este controle realizado por inoculação, através de alça bacteriológica calibrada (0,05 mL) e incubação subsequente por 24 horas, de alíquotas dos diferentes tubos múltiplos, após 24, 48, 72 e 144 horas de sua incubação aeróbia a 37 °C.^{11,21,22,24}

Entende-se por intensidade da atividade de inibição bacteriana (IINIB/bacteriostasia), o resultado do confronto do inóculo com a solução antibacteriana em meio específico, e por intensidade da atividade de inativação bacteriana (IINAB/bactericida), o mesmo resultado, porém sob influência dos desestressores/desinibidores bacterianos como o Tween 80 (Reação Química, Porto Alegre), L-histidina (Labsybth, Diadema, SP) e lecitina de soja (Herbarium, Colombo, PR) acrescidos ao mesmo BHI.¹¹ Os resultados são expressos em valores que são representações da atividade biológica inibitória/bacteriostasia ou inativadora/bactericida da solução antibacteriana sobre diferentes microrganismos. Os resultados de IINIB e de IINAB foram representados por números arbitrários adaptado de Avancini e colaboradores 2008¹¹, que assumiram valores de 1 a 9, sendo que o valor 9 (nove) representa a atividade máxima e 1 (um) a não-atividade, como indica a tabela 1.

Tabela 1- Representação dos números ordinais arbitrários de intensidade de atividade atribuídos às variáveis de Intensidade de Atividade de Inibição Bacteriana/bacteriostasia (IINIB) e Intensidade de Atividade de Inativação Bacteriana/bactericida (IINAB), e suas correspondentes diluições e doses infectantes dos inóculos.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	Números arbitrários de intensidade de atividade antibacteriana
10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	n.a	UFC/mL – diluições de inóculo inibidas ou inativadas
10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	n.a	UFC/mL – doses infectantes inibidas ou inativadas

n.a: ausência de atividade antibacteriana;

UFC/mL: Unidades Formadoras de Colônia por mililitro.

2.5. Análise Estatística

Os resultados fitoquímicos, da atividade antioxidante e da atividade antibacteriana foram avaliados através da análise de variância (ANOVA) usando o programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0 sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para os resultados físico-químicos foram utilizados a análise descritiva através de médias e desvio padrão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição centesimal

Os resultados referentes à análise físico-química estão apresentados na Tabela 2, podendo-se observar que as folhas e talos da beldroega contém um teor de umidade elevado, o que pode ser um indicador de vegetais frescos, assim como da sua elevada perecibilidade. Contudo, este valor é ligeiramente menor ao encontrado por outros autores em folhas frescas de beldroega e bertalha (93,68 e 92,92 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), e elevado comparado com os encontrados em folhas de taioba e ora-pro-nobis (82,96 e 86,99 $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), respectivamente.²⁵ Todas estas plantas citadas, incluindo a deste estudo são chamadas de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs),²⁶ definidas como plantas que não estão organizadas em cadeias produtivas e por isso não despertam o interesse comercial das empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos.

Sua utilização é geralmente restrita a determinadas regiões e com inserção na culinária e na cultura desses locais.²⁷

Os teores de proteínas obtidos em base úmida no presente estudo foram ligeiramente superiores aos encontrados por Uddin e colaboradores em 2014²⁸ na beldroega (1,30 g.100 g⁻¹) e inferiores em base seca comparados com os relatados por Mnkeni e colaboradores em 2007²⁹ em 5 diferentes acessos de *Amaranthus* (caruru ou bredo) que variaram de 25,79 a 31,12 g.100 g⁻¹. O conteúdo protéico obtido nesta pesquisa é elevado quando comparado com os teores de algumas hortaliças convencionais como, repolho (1,58 ± 0,28), couve (1,38 ± 0,36) e cenoura (1,56 ± 0,11) g.100g⁻¹.³⁰ De um modo geral, os vegetais são considerados fontes protéicas pobres.

Tabela 2. Análise físico-química das partes aéreas da beldroega (%) em base úmida e base seca

Constituintes	% em base úmida	% em base seca**
Umidade	91,23 ± 0,39	-
Proteína	1,67 ± 0,30	17,40 ± 2,36
Lipídeos	0,37 ± 0,09	3,85 ± 1,06
Cinzas Totais	1,22 ± 0,16	12,79 ± 2,32
Fibra Bruta	1,45 ± 0,08	16,57 ± 0,31
Carboidratos*	4,05 ± 0,27	42,09 ± 0,89
Valor energético	109,52 ± 6,46	-

Carboidratos*: calculados por diferença; valores expressos como médias de três determinações em triplicata ± desvio padrão; **obtidos por cálculo

Valor energético estimado em Kj.100g⁻¹

Os teores de lipídeos e carboidratos foram superiores aos estudados por Uddin e colaboradores em 2014 na beldroega, tendo obtido 0,1 e 3,4 g.100g⁻¹ em base úmida, respectivamente.²⁸ O teor de cinzas, que é um índice do conteúdo mineral total do alimento, foi inferior ao observado por Odhav e colaboradores³¹ em sua pesquisa 1,86 g. 100 g⁻¹ na mesma planta. A quantidade de fibra bruta deste estudo foi superior a encontrada por Odhav e colaboradores³¹, Uusiku e colaboradores em 2010³² 1,21 e 1,00 g.100 g⁻¹, respectivamente. Estas diferenças podem estar relacionadas com as condições edafoclimáticas, a diversidade genética e a idade da planta no momento da colheita. É interessante referir que a fibra dietética é nutricionalmente importante, pois mantém o funcionamento normal do trato gastrointestinal, aumentando o volume do conteúdo intestinal e das fezes, o que reduz o tempo de trânsito intestinal e ajuda a prevenir a constipação. Sua presença nos alimentos induz à saciedade, no

momento das refeições.³³ A ingestão adequada de fibra foi estabelecida em 38 g para homens e 25 g para mulheres.³⁴ De acordo com esta pesquisa, a beldroega pode ser considerada uma fonte de fibra em base seca.

O valor energético das folhas e talos encontrado nesta pesquisa, foi superior ao reportado por Odhav e colaboradores³¹ em seu estudo, isto pode ser explicado pelo elevado conteúdo de proteína bruta, lipídios e carboidratos obtidos em nossa pesquisa.

3.2. Análise de micro e macrominerais

Os resultados referentes aos teores médios de micro e macrominerais em folhas e talos da beldroega encontram-se descritos na Tabela 3. Destaca-se o teor de cobre (Cu), o qual foi similar ao relatado por Oliveira e colaboradores em 2013²⁵ na mesma espécie de 1,10 mg.100g⁻¹, e superior comparado com algumas hortaliças convencionais como a couve e o espinafre (0,06 mg.100g⁻¹), alface americana e repolho branco (0,02 mg.100g⁻¹) e o repolho roxo (0,90 mg.100g⁻¹).³⁵

O teor de zinco (Zn) foi significativamente elevado em comparação com o de alface, couve, espinafre, repolho branco e repolho roxo (0,20, 0,40, 0,30, 0,20, 0,30 mg.100g⁻¹, respectivamente).³⁵ A deficiência de Zn está associada com dermatites, má cicatrização de feridas, apoptose ou morte celular e crescimento retardado. O Zn também funciona como antioxidante e pode estabilizar membranas celulares que sofrem estresse oxidativo.³⁶

O teor de ferro (Fe) foi elevado comparado com outras hortaliças convencionais como alface, couve, espinafre, repolho branco e repolho roxo (0,30; 0,50; 0,40; 0,20 e 0,50 mg.100g⁻¹, respectivamente) de acordo com NEPA/UNICAMP³⁵. Odhav e colaboradores³¹ relataram para a beldroega um valor de 42,00 mg.100g⁻¹ de Fe, valor este superior ao encontrado neste estudo. A ingestão diária recomendada (IDR) para o Fe é de 8,00 mg.dia⁻¹ para adultos e 10,00 mg.dia⁻¹ para crianças³⁷, mas não se pode afirmar neste estudo que o teor encontrado de Fe possa realmente suprir as necessidades diárias deste mineral. O conteúdo de manganês (Mn) foi inferior ao encontrado por Oliveira e colaboradores em 2013²⁵ 5,8 mg.100g⁻¹ em folhas de beldroega, mas superior em relação as hortaliças convencionais como alface, couve, espinafre, repolho branco e repolho roxo (0,12; 1,02; 0,71; 0,13 e 0,25 mg.100g⁻¹, respectivamente)

segundo NEPA/UNICAMP³⁵. O nível de boro (B) foi superior ao relatado por Oliveira e colaboradores em 2013²⁵ de 2,90 mg.100g⁻¹ estudando a mesma espécie.

Tabela 3. Teores médios de micro e macrominerais nas folhas e talos da beldroega em base seca

Microminerais	Teores (mg.100g ⁻¹)
Cu	1,00 ± 0,00
Zn	5,00 ± 0,00
Fe	10,50 ± 0,00
Mn	3,00 ± 0,00
B	4,10 ± 0,00
Macrominerais	Teores (mg.100g ⁻¹)
P	620,00 ± 0,01
K	9100,00 ± 0,10
Ca	420,00 ± 0,01
Mg	660,00 ± 0,01
S	160,00 ± 0,01

Valores expressos como médias de três determinações em triplicata ± desvio padrão;

Quanto aos teores dos macrominerais, Potássio (K), Fosforo (P), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), também foram elevados comparados com os teores do espinafre que segundo NEPA/UNICAMP³⁵ relata 336,00 mg.100g de K, 25,00 mg.100g de P, 98,00 mg.100g de Ca e 82,00 mg.100g⁻¹ de Mg. O teor de enxofre (S) foi inferior ao encontrado por Oliveira e colaboradores em 2013²⁵ de 200,00 mg.100g⁻¹. As diferenças observadas podem ter sido influenciadas pelas características genéticas de uma mesma espécie, pela composição do solo e pelas práticas agrícolas.^{25,33}

Apesar da beldroega apresentar-se como uma hortaliça com teores promissores de Fe, Ca e K deve-se levar em consideração a interação destes minerais com a fibra bruta e polifenóis totais, pois segundo Cozzolino (2007)³⁷ a biodisponibilidade dos minerais pode ser influenciada de maneira negativa pela presença de fibra bruta, fitatos, polifenóis, oxalatos, taninos e flavonóides.

3.3. Teor de Polifenóis Totais (TPT) e Antocianinas (TA)

A Tabela 4 descreve os teores de polifenóis totais e antocianinas, onde pode-se observar que a medida que a concentração do extrato diminui, tanto o teor de antocianinas quanto o de polifenóis totais acompanham este decréscimo. Isto deve-se provavelmente à dispersão destes compostos bioativos no solvente utilizado.

Tabela 4. Teores médios de polifenóis totais e antocianinas nos extratos alcoólicos das partes aéreas da beldroega em diferentes concentrações

Concentração do extrato (%)	Polifenóis totais (mg EAG/100g)*	Antocianinas (mg/100g)*
50	51,46 ± 0,26 ^a	8,05 ± 0,06 ^a
25	43,29 ± 0,22 ^b	4,05 ± 0,00 ^b
12,5	39,24 ± 0,56 ^c	2,39 ± 0,00 ^c
6,25	7,96 ± 0,26 ^d	0,65 ± 0,00 ^d

*valores médios de três repetições independentes ± desvio padrão
letras diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey;

Em uma pesquisa, analisando-se 13 amostras de beldroega, contabilizou-se teores de polifenóis totais que variaram de $96,00 \pm 0,04$ a $912,00 \pm 0,29$ mg EAG.100g⁻¹.³⁸ Outros autores, quantificaram na mesma espécie $440,00$ mg EAG.100g⁻¹.³⁹ Melo e Faria³⁰, relataram em seu estudo teores que variavam de $354,00 \pm 0,29$ a $1108 \pm 0,80$ mg EAG.100g⁻¹, ressaltando que estes autores analisaram partes convencionalmente não comestíveis (talos e folhas) de seis olerícolas (brócolis, rabanete, beterraba, repolho, couve e cenoura).

Quanto ao teor de antocianinas, Silva e Carvalho⁴⁰ avaliando o perfil fitoquímico nos extratos alcoólicos das folhas, talos e flores da beldroega, obtiveram valores de antocianinas, de 7,212, 8,418 e 9,015 mg.100g⁻¹ para as folhas, talos e flores, respectivamente. Esses valores não se diferem dos obtidos neste trabalho. Uddin e colaboradores⁴¹ verificaram estudando os constituintes bioativos da beldroega em diferentes estágios de crescimento que níveis elevados de polifenóis totais são encontradas nas folhas em desenvolvimento, o que difere deste trabalho onde trabalhou-se somente com folhas em estágio de desenvolvimento avançado.

3.4. Atividade Antioxidante (AA) do extrato alcoólico da beldroega

Na Tabela 5, estão representados os percentuais de atividade antioxidante (AA) dos extratos etanólicos da beldroega, na qual os valores máximos de inibição foram obtidos ao fim de 60 min. Neste tempo o percentual de inibição diferiu-se significativamente ($P \leq 0,05$) para todos os extratos avaliados, enquanto que no extrato a 50 %, levando em consideração a variação do tempo de reação, os T₂ e T₃ não apresentaram diferenças significativas. Estes valores indicam uma capacidade moderada de sequestro de radicais livres deste extrato, sendo que para os restantes extratos essa capacidade foi fraca. Classifica-se capacidade de sequestro como forte, moderada ou fraca quando o poder de inibição estiver acima de 70 %, entre 50 % a 70 % e abaixo de 50 %, respectivamente.⁴²

Em pesquisa feita por Alam e colaboradores em 2014³⁸, usando 13 amostras de beldroega, os percentuais de inibição variaram de $41,25 \pm 0,11$ a $66,81 \pm 0,56$ % ao fim de 30 min de reação, portanto, próximos dos encontrados no presente estudo. Uddim e colaboradores²⁸ encontraram em seu estudo, usando a mesma espécie, valores superiores de AA aos encontrados na presente pesquisa 76,71, 90,11 e 91,01% nas folhas, talos e flores, respectivamente.

Tabela 5. Atividade antioxidante (%) dos extratos alcoólicos das partes aéreas da *Portulaca oleracea* L. (beldroega) em diferentes concentrações e quatro tempos de inibição

Conc.(%)	Atividade Antioxidante (AA)/tempos de inibição (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5
50	23,31±1,31 ^{aD}	52,06±0,86 ^{aC}	53,75±1,36 ^{aC}	57,03±1,58 ^{aB}	61,31±0,38 ^{aA}
25	15,03±1,68 ^{bC}	26,82±2,00 ^{bB}	28,64±0,92 ^{bAB}	30,94±1,29 ^{bA}	31,99±1,09 ^{bA}
12,5	7,79±0,47 ^{cE}	13,90±0,54 ^{cD}	15,43±0,26 ^{cC}	16,96±0,34 ^{cB}	18,55±0,52 ^{cA}
6,25	4,91±0,22 ^{dD}	8,79±0,34 ^{dC}	9,23±0,37 ^{dBC}	9,84±0,06 ^{dAB}	9,98±0,05 ^{dA}

*Média ± desvio padrão de três repetições independentes; T₁=tempo zero; T₂=15 min.; T₃=30 min.; T₄=45 min.; T₅=60 min.; Conc.=concentração do extrato; Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas não são significativamente diferentes entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$);

3.5. Correlação entre os valores da atividade antioxidante, conteúdo dos polifenóis totais e antocianinas dos extratos da beldroega

A correlação entre os valores da atividade antioxidante (DPPH) e o teor dos polifenóis totais e de antocianinas está representada na Figura 1 onde observa-se uma correlação fortemente positiva do teor de polifenóis totais e antocianinas com a AA $r = 0,8087$ e $0,9975$, respectivamente, sugerindo que tanto os polifenóis totais como as antocianinas são responsáveis pela atividade antioxidante. De acordo com Choi e colaboradores⁴³, os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante em frutos e vegetais. Por outro lado, Mazza⁴⁴ refere que as antocianinas são potentes antioxidantes, superiores aos antioxidantes sintéticos como butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) e α -tocoferol. A atividade antioxidante está relacionada à presença de grupos hidroxilas na estrutura das antocianinas, os quais conferem estabilidade ao radical formado.⁴⁵

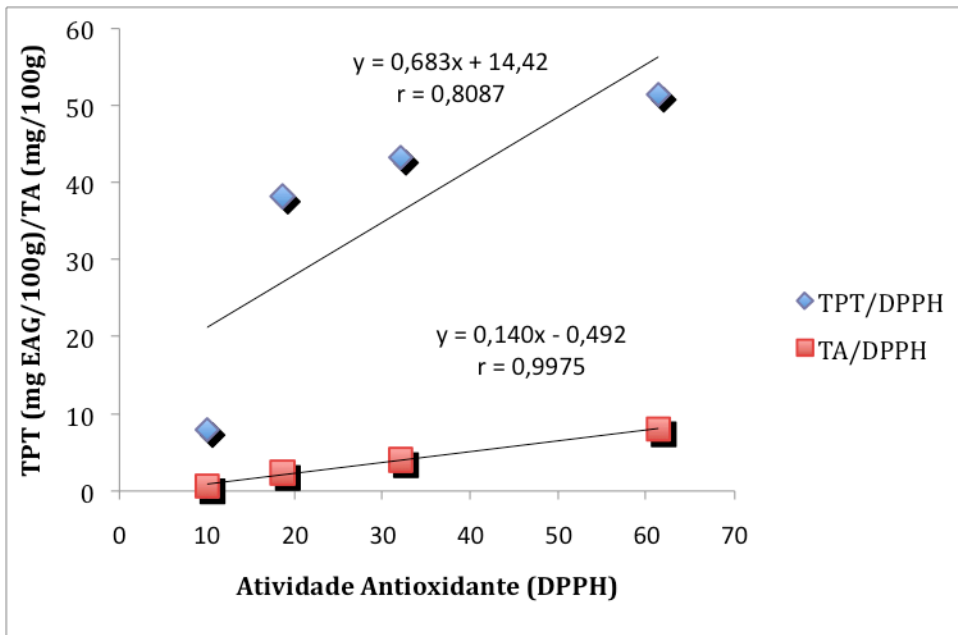


Figura 1. Correlação entre o teor polifenóis totais e o teor de antocianinas com os valores de atividade antioxidante dos extratos alcoólicos da beldroega usando o DPPH (2,2-difenil-1-picrihidrazil)

Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os encontrados por Lim e colaboradores⁴⁶ que também detectaram correlação positiva ($r = 0,9788$) entre o teor dos compostos fenólicos totais e a AA de extratos alcoólicos de vários acessos de beldroega. Em um

outro estudo correlacionando o teor de polifenóis totais e antocianinas com AA em um sistema modelo de geleia de uvas, encontrou-se $r = 0,9835$ e $r = 0,9692$ para polifenóis totais e antocianinas, respectivamente. ⁴⁷

3.6. Atividade antibacteriana

Na Tabela 6, estão representados os valores médios arbitrários de IINIB e IINAB, onde observou-se que 10^8 UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 9) de todos os inóculos bacterianos testados foram inativados pelo extrato de beldroega a 50 % nas primeiras 24 horas de confronto, não havendo diferença significativa com a variação dos tempos de exposição.

Já o extrato à 25% apresentou fraca atividade anti-estafilocócica no mesmo período (valor arbitrário 4,33), porém, após 144 h de contato, inibiu 10^7 UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 8) e inativou 10^3 UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 4), significando que o inóculo nas condições de IINIB estava apenas em estado de latência e, conseqüentemente, ao se adicionar os desestressores (IINAB), parte deste inóculo demonstrou viabilidade ou resistência, podendo a concentração do extrato em questão ser qualificada, seletivamente, como menos eficaz frente aos estafilococos.

Para a *Escherichia coli* (EC) houve uma inativação (IINAB) de 10^8 UFC.ml⁻¹ após 48 horas de exposição, significando que mesmo com a presença dos desestressores o extrato de beldroega a 25% obteve uma excelente atividade anti-escherichia.

Quanto a *Salmonella* Enteritidis em confronto com o extrato de beldroega a 25%, observou-se uma inibição (IINIB/ bacteriostasia) em grau máximo, de 10^8 UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 9,00), em todos os tempos de exposição, sem diferença estatística significativa entre os mesmos. Quanto aos valores de IINAB (bactericidia), nas primeiras 48 horas de confronto, foram inativadas $0,7 \times 10^8$ UFC.ml⁻¹ de *Salmonella* (valor arbitrário 8,67), podendo-se constatar que, a partir de 72 horas, atingiu-se atividade bactericida (inativação) máxima, podendo-se atribuir valor arbitrário 9,00 para esta concentração de extrato. Comparando os dados de IINIB e de IINAB da *Salmonella* às 48 horas de confronto, pode-se concluir sobre o risco de interpretação como resultado falso-negativo a ausência de crescimento por inibição/estressamento bacteriano observada na maior concentração bacteriana em estudo, caso se estivesse trabalhando somente com a fase IINIB do teste de tubos múltiplos.

Tabela 6. Avaliação dos valores médios de IINIB e IINAB levando em consideração o tempo de exposição (24, 48, 72 e 144 h) das bactérias (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Enteritidis* e *Enterococcus faecalis*) frente as diferentes concentrações de extrato de *Portulaca oleracea* L. (beldroega)

Inóculo	IINIB/IINAB	Conc.(%)	Tempos de exposição/contato (horas)			
			24	48	72	144
<i>Staphylococcus aureus</i>	IINIB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	4,33 ^{bB}	5,00 ^{bB}	5,67 ^{abB}	8,00 ^{aA}
		12,5	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aB}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aB}
	IINAB	50	7,67 ^{aA}	8,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	2,33 ^{bB}	3,67 ^{aB}	4,00 ^{aB}	4,00 ^{aB}
		12,5	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}
		6,25	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}
<i>Eschecheria Coli</i>	IINIB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	8,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	4,00 ^{bB}	5,33 ^{aB}	5,33 ^{aB}	5,33 ^{aB}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}
	IINAB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	8,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	4,33 ^{aB}	5,00 ^{aB}	5,33 ^{aB}	5,33 ^{aB}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}
<i>Salmonella Enteritidis</i>	IINIB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	3,00 ^{bB}	4,00 ^{abB}	5,33 ^{abB}	6,33 ^{aA}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aB}
	IINAB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	8,67 ^{aA}	8,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	3,00 ^{aB}	3,67 ^{aB}	5,00 ^{bB}	5,33 ^{bB}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aC}
<i>Enterococcus faecalis</i>	IINIB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	6,67 ^{bB}	8,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	5,33 ^{aB}	5,67 ^{aB}	5,67 ^{aB}	5,67 ^{aB}
		6,25	1,67 ^{aC}	1,67 ^{aC}	1,67 ^{aC}	1,67 ^{aC}
	IINAB	50	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		25	5,67 ^{bB}	7,33 ^{aA}	7,67 ^{aA}	9,00 ^{aA}
		12,5	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aB}
		6,25	1,00 ^{aC}	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aB}	1,00 ^{aB}

Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam diferenças não significativas; letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam ausência de diferenças significativas assumindo significância de 5%

Por sua vez, o extrato a 25% inibiu $0,7 \times 10^6$ UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 6,67) de *Enterococcus faecalis* em 24 horas de contato e, a partir das 72 horas, atingiu o valor arbitrário máximo (9,00), ocorrendo inativação de $0,7 \times 10^5$ UFC.ml⁻¹ (valor arbitrário 5,67) em 24 horas, sendo atingida a atividade máxima de IINAB após 144 horas de contato, significando aumento gradativo da atividade antibacteriana relacionada ao tempo de exposição.

No extrato de concentração 12,5 %, apesar de menos concentrado, foi possível observar a inativação de $0,4 \times 10^4$ UFC.ml⁻¹ de *Salmonella* Enteritidis, valor este considerado abaixo da dose infectante tolerável por Forsythe⁴⁸. Segundo este autor, são necessárias 10^6 UFC.g/mL⁻¹ de células viáveis de *Salmonella* Enteritidis no alimento ingerido para produzir uma enfermidade toxinfetiva em uma pessoa sensível. Carvalho e colaboradores⁴⁹ estudando a atividade antibacteriana do extrato de estragão a 50 % obtiveram atividade máxima (valor arbitrário 8,00) somente para inibição, significando isto que a bactéria estava presente, mas sob latência. Os mesmos autores ao repetirem o experimento inoculando 10^4 UFC.mL⁻¹ de *Salmonella* (ATCC 11076) em uma simulação de alimento láctico condimentado com extrato de estragão a 50 %, utilizando técnicas regulamentares do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), obtiveram como resposta a ausência de *Salmonella* em 25 g do alimento, o que, em termos de preditividade diagnóstica, representa um resultado falso-negativo.

Deve-se ressaltar que, à medida que é diminuída a concentração do extrato, a atividade antibacteriana também diminui, podendo esta diminuição ser fundamentada na hipótese da presença de grande quantidade de compostos bioativos responsáveis pela atividade antibacteriana nos extratos mais concentrados, como foi observado por Oliveira e colaboradores⁵⁰ testando a atividade antimicrobiana em diferentes concentrações de extratos de própolis.

Pode-se classificar a atividade antimicrobiana do extrato de beldroega usado no presente estudo como de atividade máxima na concentração de 50%, atividade média entre as concentrações de 25 e 12,5% e atividade mínima à 6,25% de concentração.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P \leq 0.05$) entre os valores de IINIB e IINAB encontrados neste experimento, fato este que pode estar associado ao elevado poder antimicrobiano dos extratos, embora, alguns autores^{23,,51,52} relatem diferenças significativas entre os valores de IINIB e IINAB em seus estudos. Bakkiyaraj e Pandiyaraj⁹, usando a metodologia de difusão em disco, verificaram que os extratos metanólicos da beldroega mostravam elevada atividade frente ao *Staphylococcus aureus*.

Refere-se, baseado na literatura, que a temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, micro e macronutrientes disponíveis no solo, altitude, poluição atmosférica e indução por estímulos mecânicos influenciam a atividade dos metabólitos secundários da planta e, conseqüentemente, alteram os teores dos compostos ativos relacionados à atividade antibacteriana.⁵³

A Tabela 7 evidencia a avaliação do confronto dos inóculos bacterianos com os extratos etanólicos das partes aéreas da beldroega independente do tempo de exposição e da concentração, onde não se observou diferença significativa a nível de 5% de probabilidade entre os inóculos *E. coli*, *S. Enteritidis* e *E. faecalis*, ao passo que *S. aureus* apresentou diferença significativa ($P \leq 0.05$) em relação as demais. A tabela ainda mostra que nas mesmas condições de confronto o *S. aureus* foi o inóculo mais resistente, enquanto que a *E. coli* foi o mais sensível frente ao extrato. A menor sensibilidade do *S. aureus* e a maior sensibilidade da *E. coli* aos antimicrobianos naturais pode estar relacionada com a estrutura diferenciada da parede celular. Romeiro⁵⁴ atribui maior resistência de *S. aureus* à presença de uma camada espessa de peptídeoglicano, o que torna a parede celular deste microrganismo impermeável para as drogas antimicrobianas, enquanto que a maior sensibilidade de *E. coli* quando exposta à soluções antimicrobianas deve-se a camada de peptídeoglicano menos espessa, que deixa sua parede celular permeável. Por outro lado, dados da literatura referem que com a evolução da antibioticoterapia as cepas de *S. aureus* foram tornando-se cada vez mais resistentes devido à produção de b-lactamases.⁵⁵ Em trabalhos realizados pelo nosso grupo, usando diferentes plantas também observou-se maior resistência de *S. aureus*^{23,51,52} enquanto que Maciel e colaboradores²⁴ trabalhando com *Hibiscus sabdariffa* L., na sua pesquisa maior sensibilidade de *E. coli*, usando as mesmas técnicas de experimentação.

Tabela 7. Avaliação da intensidade da atividade de inibição bacteriana (IINIB) e intensidade da atividade de inativação bacteriana (IINAB) do extrato etanólico de beldroega, independentemente do tempo de exposição e da concentração.

Microrganismos	Inibição/Inativação	
	IINIB	IINAB
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,19 ^b	3,52 ^b
<i>Eschecheria coli</i>	5,98 ^a	5,98 ^a
<i>Salmonella</i> Enteritidis	5,92 ^{ab}	5,77 ^a
<i>Enterococcus faecalis</i>	6,15 ^a	4,60 ^{ab}

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não são significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

3.7. Correlação entre o teor de antocianinas, polifenóis totais e a atividade antibacteriana

Os resultados para os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a quantidade de antocianinas, polifenóis totais e a atividade antibacteriana (IINIB e IINAB) dos extratos alcoólicos das partes aéreas da beldroega, estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8. Coeficientes de correlação entre os teores de antocianinas e/ou polifenóis totais e IINIB e IINAB do extrato alcoólico das partes aéreas da Beldroega

	Polifenóis Totais	Antocianinas
IINIB	0.9110	0.8369
IINAB	0.8418	0.8684

IINIB- intensidade da atividade de inibição bacteriana;

IINAB- intensidade da atividade de inativação bacteriana;

Observa-se que a correlação destes compostos bioativos com a atividade antibacteriana é fortemente positiva, o que sugere que os compostos fenólicos e as antocianinas, que também são antioxidantes, podem ser os responsáveis pela ação antibacteriana, fato já relatado no trabalho de Cushnie e Lamb⁵⁶. Segundo Filho e Júnior⁵⁷, quanto mais próximo de 1 estiver o coeficiente maior é a correlação entre as variáveis.

4. CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa demonstraram que os extratos etanólicos de beldroega à 50% foram eficazes para todos os inóculos testados, apresentando ação máxima de inativação. Os extratos a 25% possuem ação variada sobre os inóculos apresentando um aumento gradativo de atividade antibacteriana ao longo do tempo de exposição. Foi encontrada uma correlação fortemente positiva entre as atividades antimicrobiana, antioxidante com os teores de polifenóis totais e antocianinas do extrato da beldroega. Recomenda-se o uso da beldroega como uma planta potencial para o isolamento e elucidação estrutural de novos agentes antimicrobianos, a fim de estabelecer a relação estrutura-atividade. Esta pesquisa fornece informações valiosas para um maior isolamento e caracterização de ensaios fitoquímicos dos compostos ativos, necessários para o desenvolvimento de novos fitoterápicos. A beldroega pode ser considerada um alimento

com moderado potencial antioxidante e como uma fonte moderada de polifenóis totais. De acordo com os resultados referentes a composição química e mineral a beldroega pode ser considerada como uma hortaliça fonte de vários minerais destacando-se principalmente o Fe e o K.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao Ministério da Ciência e Tecnologia de Moçambique (MCT), pelo suporte financeiro.

5. REFERÊNCIAS

1. Acedo, J. Z.; Reyes, C. T.; Rodriguez, E. B.; *The Philippine Agricultural Scientist* **2012**, 95, 327-334.
2. Okafor, I. A.; Ayalokunrin, M. B.; Orachu, L. A.; *International Journal of Biomedical Research* **2014**, 5, 75-80.
3. Abas, F.; Lajis, N.H.; Israf, D.A.; Khozirah, S.; Kalsom, Y.; *Food Chemistry* **2006**, 95, 566–573.
4. Ismail, H. I.; Chan, K. W.; Mariod, A. A.; Ismail, M.; *Food Chemistry* **2010**, 119, 643-647.
5. Nayaka, H. B.; Londonkar, R. L.; Umesh, M. K.; Tukappa, A.; *International Journal of Bacteriology* (2014), doi:10.1155/2014/175851.
6. Marcaurette L. A.; Johannes C. W.; *Progress in Drug Research* **2008**, 66, 187-216.
7. Barbour E. K.; Al Sharif M.; Sagherian V. K.; Habre A.N.; Talhouk R. S.; Talhouk S. N.; *Journal of Ethnopharmacology* **2004**, 93, 1–7.
8. Machado, T. F.; Borges, M. F.; Bruno, L. M. Aplicação de Antimicrobianos Naturais na Conservação de Alimentos. Embrapa. Fortaleza, 1ª ed., 2011.
9. Bakkiyaraj, S.; Pandiyaraj, S.; *International journal of Pharma & Bio Sciences* **2011**, 2, 484.
10. Farmacopéia Brasileira. 3 ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 1987, 1218 p.
11. Avancini C. A. M.; Wiest J. M.; *Revista Brasileira Plantas Mediciniais* **2008**, 10, 64-9.
12. AOAC ;19th edition. Washington: AOAC, 2012.

13. BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, 2003.
14. Carvalho, H. H.; Jong, E. V. De; Belló, R. M.; Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2002, 180p.
15. Vinson, J. A.; Su, X.; Zubik, L.; Bose, P.; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2001**, 49, 5315-21.
16. Moyer, R.A.; Hummer, K. E.; Finn, C. E.; Frei, B.; Wrolstad, R. E.; *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2002**, 50, p. 519-525.
17. Giusti, M. M.; Wrolstad, R. E.; New York: John Wiley & Sons, 2001.
18. Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C.; *Food Science and Technology* **1995**, 28, 25-30.
19. Rufino, M. S. M.; Alves, R. E., Brito, E. S.; Morais, S. M.; Sampaio, C. G.; Jiménez, J. P.; Calixto, F. D. S. Comunicado Técnico 127, MAPA/EMBRAPA, Fortaleza/Brasil, julho, 2007.
20. Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. L. A. G.; Leal, F. L. L.; Caetano, A. C. S.; Nascimento, R. J.; *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2006**, 26, 639-644.
21. Avancini, C. A. M.; Wiest, J. M.; Irgang, B. E.; Almeida, J. P.; Mundstock, E. C.; *Ars Veterinaria, Jaboticabal* **2002**, 18, 300-306.
22. DVG In: Schliesser, T.; Strauch, D. **Desinfektion in Tierhaltung, Fleisch – und Milchwirtschaft.** Stuttgart: Enke V., 455p, 1981.
23. Carvalho, H. H. C.; Cruz, F. T.; Wiest, J. M.; *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s **2005**, 7, 25-32.
24. Maciel, M. J.; Paim, M. P.; Carvalho, H. H. C.; Wiest, J. M.; *Revista Instituto Adolfo Lutz* **2012**, 71, 462-70.
25. Oliveira D. C. S.; Wobeto C.; Zanuzo M. R.; Severgnini C.; *Horticultura Brasileira* **2013**, 31, 472-475.
26. Kinupp, V. F.; Lorenzi, H. Nova Odessa SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014, 768p.
27. MAPA; 2010. *Manual de hortaliças não-convencionais.* Brasília: MAPA/ACS, 92 p.
28. Uddin, K.; Juraimi, A. S.; Hossain, S.; Nahar, A. U.; Ali, E.; Rahman, M. M.; *The Scientific World Journal* (2014), doi:10.1155/2014/951019.
29. Mnkeni, P. N. S.; Masika, P.; Maphaha, M.; *Water SA* **2007**, 33, 377-80.

30. Melo, C. M. T.; Faria, J. V.; *Bioscience Journal* **2014**, 30, 93-100.
31. Odhav B; Beekrum S; Akula Us; Baijnath, H.; *Journal of Food Composition and Analysis* **2007**, 20: 430-435.
32. Uusiku, N. P.; Oelofse, A.; Duodu, K. G.; Bester, M. J.; Faber, M.; *Journal of Food Composition and Analysis* **2010**, 23, 499–509.
33. Fennema, O. R.; Damodaram, S.; Parkin, K. L.; *Química de Alimentos de Fennema*, 4 ed. Artmed, 2010, 900p.
34. Mahan, L. K.; Stump, S. E.; Raymond, J. L.; *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*, 13 ed. Elsevier, 2012, 1227p.
35. <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>. Acessado em 15 de agosto de 2014.
36. Milbury, P. E. and Richer, A. C. 2008. Greenwood Publishing Group.
37. Cozzolino, S. M. F.; *Biodisponibilidade de nutrientes*, 2 ed. Manole, 2007, 992p.
38. Alam, A.; Abdul Shukor Juraimi, A. S.; Rafii, M. Y.; *BioMed Research International* (2014), doi:10.1155/2014/296063.
39. Cai, Y.; Luo, Q.; Sun, M.; Corke, H.; *Life Sciences* **2004**, 74, 2157–84.
40. Silva, R.; Carvalho, I., (2011), Antioxidant properties and phenol content of *Portulaca oleracea* L. leaf, stems and flowers infusions: health benefits.
41. Uddin, K.; Juraimi, A. S.; Ali, E.; Ismail, M. R.; *International Journal of Molecular Sciences* **2012**, 13, 10257-10267.
42. Melo, E. A.; Maciel, M. I. S.; Lima, V. L. A. G.; Nascimento, R. J.; *Revista Brasileira de Ciências Farmacológicas* **2008**, 44, 193-201.
43. Choi, C.; Kim, S. C.; Hwang, S. S.; Choi, B. K.; Ahn, H. J.; Lee, M. Y.; Park, S. H.; Kim, S. K.; *Plant Science* **2002**, 163, 1161-1168.
44. Mazza, G. *Ann Ist Super Sanità* **2007**, 4, 369-374.
45. Kuskoski, E. M.; Asuero, A. G.; Troncoso, A. M.; Mancini-Filho, J.; Fett, R.; *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2005, 25, 726-732.
46. Lim, Y. Y.; Quah, E. P. L. *Food Chemistry* **2007**, 103, 734–740.

- 47.Falcão, A. P.; Chaves, E. S.; Kuskoski, E. M.; Fett, R.; Falcão, L. D.; Bordignon-Luiz, M. T.; *Food Science and Technology* **2007**, 27, 637-642.
- 48.Forsythe, S. J. 2. ed., Porto Alegre: Artmed Editora, 2013, 607p.
- 49.Carvalho, H. H. C.; Wiest, J.M.; Greco, D. P.; *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **2006**, 26, 75-79.
- 50.Oliveira, K. A. M.; Oliveira, G. V.; Batalini, C.; Rosalem, J. A.; Ribeiro, L. S.; *Ciências Biológicas e da Saúde* **2012**, 33, 211-222.
- 51.Passos, M. G.; Carvalho, H. H. C.; Wiest, J. M.; *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* **2009**, 11, 71-8.
- 52.Girolometto, G.; Avancini, C. A. M.; Carvalho, H. H. C.; Wiest, J. M.; *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* **2009**, 11, 49-55.
- 53.Gobbo-Neto, L.; Lopes, N. P.; *Química Nova* **2007**, 30, 374-81.
- 54.Romeiro, R. S., 2. ed. Viçosa Ed. UFV, 2005. Cap 3
- 55.<http://www.portaleducacao.com.br/odontologia/artigos/2835/resistencia-bacteriana>, acessada em Agosto 2014.
- 56.Cushnie, T. P. T.; Lamb, A. J.; *International Journal of Antimicrobial Agents* **2005**, 26, 343–356.
- 57.Filho, D.B.F.; Júnior, J.A.S.; *Revista Política Hoje* **2009**, 18, 115-46.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ Tendo em vista o valor nutricional da beldroega obtido na presente pesquisa sugere-se a incorporação da planta estudada à dieta das populações com carências nutricionais ou não, respondendo desta forma a um dos objetivos do desenvolvimento do milênio que é o de promover a segurança alimentar.

6.1. Linhas orientadoras de trabalhos futuros

É possível estabelecer um conjunto de direções de investigação/revisão, quer no âmbito desta dissertação, uma vez que a mesma não esgota os assuntos nela abordados, quer no que concerne a novas perspectivas, que a própria dissertação deixa antever para futura investigação. Assim, salientam-se as seguintes linhas orientadoras:

✓ A análise química, não deve ser o único critério para julgar a importância nutricional das partes comestíveis da planta. Assim, torna-se imperativo considerar outros aspectos, tais como a presença de fatores antinutricionais e toxicológicos e avaliação biológica dos teores de nutrientes.

✓ O estudo da elucidação da estrutura química das substâncias responsáveis pelas atividades antibacteriana e antioxidante pode servir de base para o isolamento de princípios ativos e sua respectiva aplicação nas indústrias alimentícias e farmacêuticas como conservantes e desenvolvimento de novos medicamentos, respectivamente.

✓ Estudos referentes a interação da fibra bruta e minerais e outros compostos da beldroega como os polifenóis totais, oxalatos entre outros devem ser feitos.