

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

Tatiana Cecagno Galvan

CARGA DE TRABALHO: DEFINIÇÃO, FATORES INFLUENTES E
IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS RAIZ

Porto Alegre
2015

Tatiana Cecagno Galvan

**CARGA DE TRABALHO: DEFINIÇÃO, FATORES INFLUENTES E
IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS RAIZ**

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

Orientador: Fernando Gonçalves Amaral,
Dr.

Porto Alegre

2015

Tatiana Cecagno Galvan

**CARGA DE TRABALHO: DEFINIÇÃO, FATORES INFLUENTES E
IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS RAIZ**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. José Luís Duarte Ribeiro, Dr

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Daniel Pacheco Lacerda, Dr. (PPGEPS/UNISINOS)

Professor Marcelo Pereira da Silva, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Professor Ricardo Augusto Cassel, Dr. (PPGEP/UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Escrever uma dissertação de Mestrado é uma experiência enriquecedora e de plena superação. Nos modificamos a cada tentativa de buscar respostas às nossas aflições de ‘pesquisador’. Tarefa que só se torna realizável graças a muitas pessoas que participam, direta ou indiretamente, para tornar este sonho realidade. É a essas pessoas que gostaria de agradecer:

Preliminarmente, quero agradecer a Deus pelo dom da vida. Aos meus pais Ernesto Jr. e Marilucia, pela educação que me foi dada, estímulo incessante de estudar e batalhar pelos meus sonhos, além do apoio familiar incondicional. A vocês, minha eterna gratidão. Aos meus irmãos Fabiane e Patrick pelo incentivo, pelos abraços e pela presença em minha vida. Amo vocês. Aos amigos de coração, que sempre, cada um de sua forma, incentivaram minha caminhada, estando comigo sempre que possível. Aos colegas de PPGEP (pós-doutorandos, doutorandos, mestrandos e bolsistas) por adicionarem “seu saber” no decorrer deste tempo, além de proporcionarem inúmeros momentos agradáveis. Aos professores que contribuíram com esta conquista, cada qual de sua forma particular, em especial ao meu orientador, Dr. Fernando Gonçalves Amaral, pela atenção, dedicação e preocupação neste período de grande aprendizado.

“Na vida, não vale tanto o que temos nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós.”

Francisco Cândido Xavier

RESUMO

Um dos principais objetivos da ergonomia é ter uma carga de trabalho adequada, buscando a melhoria dos níveis de conforto, satisfação, eficiência e segurança no trabalho, caso contrário, sua inadequação pode influenciar a saúde e segurança do trabalhador, além de afetar a organização. O objetivo geral deste estudo é identificar as causas raiz de uma carga de trabalho inadequada com intuito de compreender os fatores influentes e suas interligações visando melhorar a condição de saúde e segurança dos trabalhadores. Os objetivos específicos são: (i) entender e definir as dimensões da carga de trabalho através de uma revisão sistemática de literatura; (ii) identificar os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz, da inadequação da carga de trabalho através da análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento; (iii) avaliar a carga de trabalho e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura. Para alcançar cada um dos objetivos o presente trabalho foi estruturado na forma de três artigos, associados a cada um dos objetivos específicos. Assim, o trabalho foi composto por uma revisão sistemática de literatura (Artigo 1), análise de uma revisão sistemática (Artigo 2) e um estudo de caso aplicado (Artigo 3). O primeiro artigo entendeu e definiu as dimensões da carga de trabalho. No segundo, identificou-se os fatores influentes centrais da inadequação da carga de trabalho através de uma revisão sistemática. Já no terceiro artigo, foi realizado um estudo de caso, composto pela avaliação da carga de trabalho através da NASA TLX, demonstrando a carga de trabalho de máximo risco (carga de trabalho geral). Neste também mensurou-se, de forma participativa, os fatores centrais desta inadequação através de ferramentas do processo de pensamento. O resultado final permitiu perceber poucos estudos definindo carga de trabalho entre artigos empíricos, não havendo uma definição padrão. Percebeu-se que o foco dos artigos não são na abordagem da adequação desta carga de trabalho. Permitiu-se identificar as causas raiz de uma carga de trabalho inadequada, propiciando uma análise profunda das relações gerais do problema, através da lógica causa e efeito, incluindo os fatores influentes e suas interligações.

Palavras-chave: Carga de trabalho, Ergonomia, Ferramentas, Métodos, Avaliação.

ABSTRACT

A major goal of ergonomics consists in having an adequate workload in order to improve levels of comfort, satisfaction, efficiency and safety. Otherwise, its inadequacy can influence health and worker's safety and affect the organization. The aim of this study is to identify the root causes of inadequate workload in spite of understanding the influencing factors and their interconnections to improve the workers health and safety. The specific objectives are: (i) understand and define the dimensions of the workload through a systematic literature review; (ii) identify the substantial influencing factors (root causes) of the inadequacy of the workload by analyzing a systematic review using Thinking Process tools; (iii) evaluate the workload and its inadequacies in a participatory manner, by measuring and identifying their root causes in a manufacturing company. To achieve each objective, this study was structured with three articles associated with each of the specific objectives. Therefore, the work is consisted of a systematic review of the literature (Article 1), analysis of a systematic review (Article 2) and an applied case study (Article 3). The first article understood and defined the dimensions of workload. In the second, we identified the major influencing factors of inadequate workload through a systematic review. In the third article, we conducted a case study, comprising the assessment of workload through the NASA TLX, demonstrating the maximum risk workload (overall workload). The end result allowed us to perceive few studies defining workload between empirical articles, there is no standard definition. It was felt that the focus of the articles are not in addressing the appropriateness of this workload. Allowed to identify the root causes of inadequate workload, providing a thorough analysis of the general relations of the problem, by logical cause and effect, including the influential factors and their interconnections.

Key words: Workload, ergonomics, tools, methods, evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ferramentas do Processo de Pensamento.....	15
Figura 2: Procedimentos metodológicos desenvolvidos	19
Figura 3: Estrutura da dissertação	21
Figura 4: Abordagem conceitual dos autores	30
Figura 5: Fatores influentes da CT	33
Figura 6: Divisão em categorias e características dos fatores influentes na CT.....	34
Figura 7: Consequências relacionadas à CT.....	36
Figura 8: Diretrizes para construção da ARA	53
Figura 9: Fatores estressores da carga de trabalho	56
Figura 10: Representatividade dos EI.....	59
Figura 11: ARA -Ramo biomecânico	60
Figura 12: ARA - Ramo cognitivo	61
Figura 13: ARA – União do ramo biomecânico com o ramo cognitivo.....	61
Figura 15: Diretrizes para construção da ARA	77
Figura 16: Croqui das células com mapeamento de processo	81
Figura 17: Valores individuais dos fatores	85
Figura 18: Árvore da Realidade Atual (ARA).....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.	26
Tabela 2 :Artigos publicados <i>versus</i> Período de publicação	29
Tabela 3: Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.	51
Tabela 4: Contagem de Questionários	81
Tabela 5: Comparação entre os seis fatores referentes a carga de trabalho (escala)	82
Tabela 6: Influência dos Fatores.....	83
Tabela 7: Carga de Trabalho de cada respondente	84
Tabela 8: Carga de Trabalho geral e por classificação	84

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CARGA DE TRABALHO	12
1.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) E PROCESSO DE PENSAMENTO (PP)...	14
1.3 TEMA.....	16
1.4 QUESTÃO DE PESQUISA	16
1.5 OBJETIVOS.....	16
1.6 JUSTIFICATIVA	16
1.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
1.8 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	19
1.9 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
2 ARTIGO 1 - CARACTERÍSTICAS DA CARGA DE TRABALHO E SUAS DEFINIÇÕES – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	22
2.1 INTRODUÇÃO.....	23
2.2 MÉTODOS DE PESQUISA	24
2.2.1 Planejamento	24
2.2.2 Conduta da revisão	26
2.2.3 Apresentação dos resultados	27
2.3 RESULTADOS	27
2.3.1 Conceitos	29
2.3.1.1 Conceitos gerais.....	30
2.3.1.2 Conceitos específicos	31
2.3.2 Fatores influentes	32
2.3.3 Consequências referentes à CT	34
2.3.4 Formas de avaliação	37
2.3.5 Outros dados importantes a serem destacados	39
2.4 DISCUSSÃO.....	40
2.5 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	43
3 ARTIGO 2 - INADEQUAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO – FATORES INFLUENTES E CAUSAS RAIZ: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	47
3.1 INTRODUÇÃO.....	48
3.2 MÉTODO DA PESQUISA	49
3.2.1 Planejamento	49
3.2.2 Conduta da revisão	50
3.2.3 Apresentação dos resultados	51

3.2.4 Análise dos resultados através do Processo do Pensamento	52
3.3 RESULTADOS	54
3.3.1 Conceitos de carga de trabalho	54
3.3.2 Fatores influentes	55
3.3.3 Consequências referentes à carga de trabalho	57
3.3.4 Árvore da Realidade Atual (ARA)	57
3.4 DISCUSSÃO	62
3.5 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS	66
4 ARTIGO 3 - AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA CARGA DE TRABALHO COM IDENTIFICAÇÃO DE SUAS CAUSAS RAIZ.....	71
4.1 INTRODUÇÃO.....	72
4.2 MÉTODO DE PESQUISA.....	75
4.2.1 Planejamento e coleta de dados	75
4.2.1.1 Etapa 1	75
4.2.1.2 Etapa 2	76
4.2.2 Análise dos Dados	78
4.2.2.1 Etapa 1	78
4.2.2.2 Etapa 2	79
4.3 RESULTADOS	80
4.3.1 Etapa 1	81
4.3.2 Etapa 2	85
4.4 DISCUSSÃO	88
4.5 CONCLUSÕES	90
Anexo I.....	93
REFERÊNCIAS	95
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	101

1. INTRODUÇÃO

A carga de trabalho (CT) relacionada à interface homem-máquina vem sendo um ponto de pesquisa atual, uma vez que esta investigação busca a melhoria dos níveis de conforto, satisfação, eficiência e segurança no trabalho, cumprindo os principais objetivos da ergonomia. A CT ideal procura não sobrecarregar, nem subcarregar um indivíduo, a fim de poder garantir sua segurança, saúde, conforto e, em longo prazo, otimizar sua eficiência (RUBIO *et al.*, 2004), em consequência de a CT ser considerada um dos fatores importantes na influência sobre acidentes, desempenho humano e atenção do trabalhador (GREGORIADES *et al.*, 2010).

Quando inadequada, a CT pode desenvolver implicações negativas para a saúde do trabalhador e para a organização em que este trabalha, tais como: ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio, abuso de drogas, absenteísmo, assédio moral no trabalho e baixo engajamento no trabalho (PANARI *et al.*, 2012), influenciando no desenvolvimento financeiro das organizações (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Em vista disso, há preocupação de como adequar este parâmetro, evitando tais acontecimentos indesejáveis, destacando que existe a possibilidade da CT ser ajustada (GUSSO *et al.*, 2012).

1.1 CARGA DE TRABALHO

A definição de CT é variável, com diversas versões na literatura, como por exemplo, a de Stoll *et al.* (2007) onde afirmam que CT é qualquer esforço fisiológico resultante de reações. Enquanto Balch *et al.* (2010) e Johnson e Smith (2008) defendem que CT é definida em função do número de horas trabalhadas. Estas diferenças dificultam a sua compreensão.

Sabe-se que a CT pode ser impactada por vários fatores tais como: expectativas, habilidades, motivações, experiências anteriores, capacidades dos indivíduos em realizar determinada atividade (DARMODY *et al.*, 2008), exigências relacionadas a intensidade da atividade imposta ao trabalhador (GASCÓN *et al.*, 2013; GUSSO *et al.*, 2012), horas de trabalho por semana, forças exercidas, repetitividade, vibração, fatores ambientais ergonômicos, permanecer constantemente em bipedestação, ou em deambulação, ou ainda sedestação e permanecer em posturas desconfortáveis (DRIESSEN *et al.*, 2011). Estes fatores impactantes acabam por resultar em consequências para o trabalhador e para a empresa, dentre eles pode-se citar: baixa satisfação no trabalho, Síndrome de Burnout, intenção de deixar a organização, ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio, abuso de

drogas, aumento do absenteísmo, assédio moral, baixo engajamento com o trabalho, redução do desempenho, aumento dos níveis de estresse, comprometimento do sistema imunológico, redução do funcionamento cardiovascular, influência na pressão arterial e em hormônios (PANARI *et al.*, 2012), além de aumentar a probabilidade de ocorrência dos acidentes devido à redução do estado de atenção (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008).

A avaliação da CT pode ser realizada por diferentes ferramentas que se enquadram nas seguintes medidas baseadas: (a) no desempenho, (b) na fisiologia e (c) subjetividade (MESHKATI *et al.*, 1992). As medidas baseadas no desempenho referem-se ao rendimento de uma tarefa ou múltiplas tarefas realizadas, partindo-se do princípio que a alteração da complexidade de uma tarefa impacta nas suas exigências e, conseqüentemente, afeta o desempenho do trabalhador (CARDOSO, GONTIJO, 2012), logo essa categoria pressupõe que aumentando a demanda da tarefa, se reduz o desempenho humano (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Já as medidas fisiológicas analisam as respostas do organismo às mudanças nos níveis da CT. Entre as principais medidas fisiológicas, estão as relacionadas a três órgãos: olhos, coração e cérebro. São exemplos dessas medidas, a frequência de movimento dos olhos, duração das piscadas, frequência cardíaca e respiratória, variação de ondas cerebrais e potencial muscular (CARDOSO, GONTIJO, 2012; GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). As medidas subjetivas buscam, através de estudo realizado após a execução da tarefa, respostas subjetivas às experiências relacionadas à CT. Esta categoria é frequentemente utilizada na prática por possuírem vantagens práticas (PAUZIE, 2008). Um dos métodos mais difundidos, baseado em medidas subjetivas utilizados na avaliação da CT, é o NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration - Task Load Index*) (HOONAKKER *et al.*, 2011), além do *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT) (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006) e da Escala Modificada Cooper-Harper (PRETORIUS, CILLIERS, 2007).

A literatura para ajuste desta carga não é tão rica, mas sugere alternativas como a redução da exposição física através da intervenção ergonômica, o aumento da capacidade física do trabalhador através de treinamento de força (SUNDSTRUP *et al.*, 2013), a ergonomia participativa (DRIESSEN *et al.*, 2011) e a automação. Mesmo esta última sendo contraditória, tende a reduzir a CT, mas pode aumentar a quantidade de produtos em processo, desestruturando as condições de trabalho (KERNS, 2001).

Ajustes para serem eficientes precisam da identificação de seus fatores influentes e das restrições impostas pelo processo. Partindo da ideia de que uma restrição é qualquer coisa que limita um sistema de atingir sua meta (GOLDRATT, 1990), a realização do ajuste deve permitir que sejam identificadas as restrições, ou seja, os fatores influentes centrais que impedem a adequação da CT.

No processo de identificação de restrições, por exemplo, podem-se utilizar ferramentas baseadas no Processo de Pensamento da Teoria das Restrições. Estas visam identificar o problema através do conhecimento de suas causas e efeitos (LACERDA *et al.*, 2011). Lógica que busca compreender por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995), levando a ideia de que ao identificar os problemas centrais, dentre os fatores influentes na CT, conseqüentemente pode-se tornar mais eficiente a abordagem para seu ajuste, evitando assim as conseqüências de sua inadequação.

1.2 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) E PROCESSO DE PENSAMENTO (PP)

Goldratt e Cox (2002) afirmam que a meta de qualquer organização é ganhar dinheiro, tanto no presente como no futuro. Para que esta meta seja atendida é necessário satisfazer os empregados e clientes, tanto no presente como no futuro (GOLDRATT, 1994). Logo, o termo gargalo, designado para expressar situações que impedem ou dificultam a empresa de atingir sua meta, neste caso é substituído pelo termo restrição (COX; SPENCER, 2002). Blackstone (2001) afirma que a restrição pode se apresentar em três formas: física, comportamental e política, podendo se encontrar dentro ou fora da organização. Quando surge uma restrição que não está no alcance de modificação da organização são consideradas como fatos da vida.

Na TOC afirma-se que o sucesso empresarial ocorre quando as restrições são corretamente gerenciadas. Para tanto, a TOC divide-se em cinco etapas de focalização objetivando o sucesso: 1. Identificação da restrição; 2. Exploração da restrição; 3. Subordinação à restrição; 4. Elevação da restrição; 5. Estando superada esta restrição, retornar ao passo um. Surge então o Processo de Pensamento (PP) na TOC, o qual expõe ferramentas que buscam evidenciar o bom senso mediante um método científico para encontrar a solução dos problemas enfrentados.

Na gestão empresarial os problemas a serem enfrentados nem sempre se apresentam de

forma identificável. No caso de difícil identificação, existem alternativas variadas para a sua solução. A TOC, com auxílio do PP, que apresenta um caráter qualitativo com base nos fatos de realidade (ANTUNES, *et al.*, 2004), orienta o processo de identificação do problema através do conhecimento das causas e de seus efeitos (LACERDA, *et al.*, 2011). Este método pode ser considerado como solucionador de problemas, baseado em análises e método de identificação. As ferramentas apresentadas no PP buscam responder três perguntas que norteiam a solução dos problemas: a) O que mudar? ; b) Para o que mudar? ; c) Como fazer com sucesso a mudança? (GOLDRATT, 1994). Para responder a estas questões podem ser utilizadas ferramentas, também conhecidas como Árvores (Figura 1).

<u><i>Pergunta</i></u>	<u><i>Ferramenta</i></u>
O que mudar?	Árvore da Realidade Atual
Para o que mudar?	Evaporação das Nuvens Árvore da Realidade Futura
Como fazer com sucesso a mudança?	Árvore de Transição Árvore de Pré Requisitos

Figura 1: Ferramentas do Processo de Pensamento

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002)

Tais perguntas também são descritas pela TOC como camadas de resistência (COX, SCHLEIER, 2010), pois toda mudança se opõe uma resistência decorrente de diversos fatores. O roteiro do PP procura lidar com a resistência através da adesão das partes responsáveis. Questionando “O que mudar?” a TOC procura obter consenso sobre o problema a ser tratado e evidencia os efeitos indesejados. Enquanto a questão “Para o que mudar?” trata da solução, e por último, “Como fazer a mudança?” que trata da implementação. Esta abordagem pretende apresentar o caminho para a mudança por meio de solução ganha-ganha, permitindo a exposição de todas as partes envolvidas, buscando bons indicadores que certifiquem que a organização está empregando seus recursos da melhor maneira.

1.3 TEMA

O tema deste trabalho diz respeito à contextualização e adequação da Carga de Trabalho (CT). Para tal, no processo de adequação da CT, foi utilizado como método a lógica da causa e efeito do Processo de Pensamento, buscando identificar por que as coisas acontecem (LACERDA *et al.*, 2011; ALVAREZ, 1995), com intuito de tornar mais eficiente a abordagem do seu ajuste, evitando consequentemente seus malefícios. Portanto, o tema de pesquisa do presente trabalho contempla avaliação da CT, considerando os fatores influentes e suas causas raiz, através da medição da CT e do processo de pensamento, com a participação dos trabalhadores. Este tema está inserido na área de Sistemas de Produção, linha de pesquisa da Ergonomia, englobando conhecimentos de Engenharia de Produção.

1.4 QUESTÃO DE PESQUISA

Considerando todos os malefícios oriundos e relacionados à CT inadequada, questiona-se:

- Como compreender e melhorar a CT considerando as causas raiz, com a participação dos trabalhadores?

1.5 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é identificar as causas raiz provenientes de inadequações da CT, de forma participativa, bem como compreender os fatores capazes de influenciar esta carga e suas inter-relações para melhorar as condições de saúde e segurança dos trabalhadores.

Para atender o objetivo geral, são propostos três objetivos específicos, sendo referentes a cada um dos artigos que compõem esta dissertação: (i) entender e definir as dimensões da CT através de uma revisão sistemática de literatura (Artigo I); (ii) identificar os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz da inadequação da CT através da análise da literatura sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento (Artigo II); (iii) avaliar a CT e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura (Artigo III).

1.6 JUSTIFICATIVA

A CT é uma construção abstrata que quantifica a resposta individual às demandas de uma tarefa ou conjunto de tarefas (PARSONS *et al.*, 2012). Sua inadequação afeta negativamente a saúde e segurança do trabalhador (PANARI *et al.*, 2012), além de refletir

na sua produtividade e comprometer a economia das organizações (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Sugere-se então que CT inadequada representa um problema (SAUER *et al.*, 2002).

Em dois anos (2010-2011) aproximadamente 1,2 milhões de trabalhadores tiveram problemas de saúde relacionados com as atividades no trabalho, destes cerca de 508 mil foram acometidos por lesões musculoesqueléticas e 400 mil por doenças mentais, gerando um absenteísmo considerável no Reino Unido (CARTER *et al.*, 2013). Logo, há a preocupação de como ajustar tal parâmetro, evitando tais acontecimentos indesejáveis, uma vez que a CT pode ser adaptada (GUSSO *et al.*, 2012), através de alternativas para tal feito, auxiliando assim na saúde e segurança do trabalhador.

Para realizar a adaptação, necessita-se saber o que ajustar (GOLDRATT, COX, 2002). Para resolução desta problemática encontra-se a Teoria das Restrições (TOC), que trouxe para a administração da produção um novo conceito na identificação das situações (restrições) que impedem ou dificultam a empresa de atingir sua meta (RODRIGUES, 1990; CRUZ *et al.*, 2010). A TOC serve como uma teoria unificadora na gestão de operações (GUPTA, BOYD, 2008), tendo por finalidade alcançar a meta da organização. Para isto, a mesma dispõe de métodos como o Processo de Pensamento (PP), que por sua vez, possui um conjunto de ferramentas que permite identificar, analisar e propor soluções aos problemas organizacionais através do conhecimento da sua causa e seu efeito (WATSON, BLACKSTONE, GARDINER, 2007; LACERDA *et al.*, 2011), buscando a compreensão de por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995). Supõe-se que identificando os problemas centrais dentre os fatores influentes na CT, conseqüentemente torna mais eficiente a abordagem para seu ajuste, evitando assim as conseqüências de sua inadequação, como por exemplo o prejuízo relacionado à saúde e à segurança do trabalhador (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008).

Daniels *et al.* (2005) relatam que os fatores influentes na CT desempenham um importante papel nas conseqüências referentes a esta e seus agravamentos. Cresce, portanto, o interesse em identificar os principais causadores da inadequação da CT, para então atuar diretamente sobre estes através da melhor compreensão do problema e suas relações, facilitando sua correção. A partir disto evita-se o aparecimento dos resultados prejudiciais tanto para a empresa que necessita se manter competitiva, quanto para o trabalhador que não precisa obter um comprometimento de sua saúde pelo seu trabalho.

1.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente dissertação possui caráter exploratório, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa. Os procedimentos metodológicos utilizados foram baseados em uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre o tema, contendo duas revisões sistemáticas de literatura e um estudo de caso. Este último, utilizado para avaliar a CT com base nos conceitos explicitados neste trabalho, e identificar as causas raiz neste processo.

Dividiu-se o estudo em três etapas: (i) exploratória, (ii) verificação (iii) aplicação. A etapa exploratória foi composta por uma revisão sistemática de literatura, onde foram levantados e identificados os dados evidenciados na literatura a respeito da CT, suas definições e diversas compreensões. A etapa de verificação foi composta pela análise de uma revisão sistemática através da aplicação da metodologia do PP, na qual foram identificados os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz, da inadequação da CT. Verificou-se a aplicação da metodologia do PP na área de CT. A etapa de aplicação foi caracterizada pela avaliação da CT em uma empresa manufatureira, e identificação das causas raiz através da metodologia do PP. Essa etapa subdividiu-se em duas subetapas:

- Mensuração da CT dos funcionários através do NASA TLX adaptado (DINIZ, 2003);
- Identificação dos fatores influentes na CT destes funcionários através da abordagem pela metodologia do PP, de forma participativa.

As etapas podem ser visualizadas conforme a Figura 2, que apresenta também uma visão esquemática resumida dos procedimentos metodológicos desenvolvidos ao longo deste estudo.

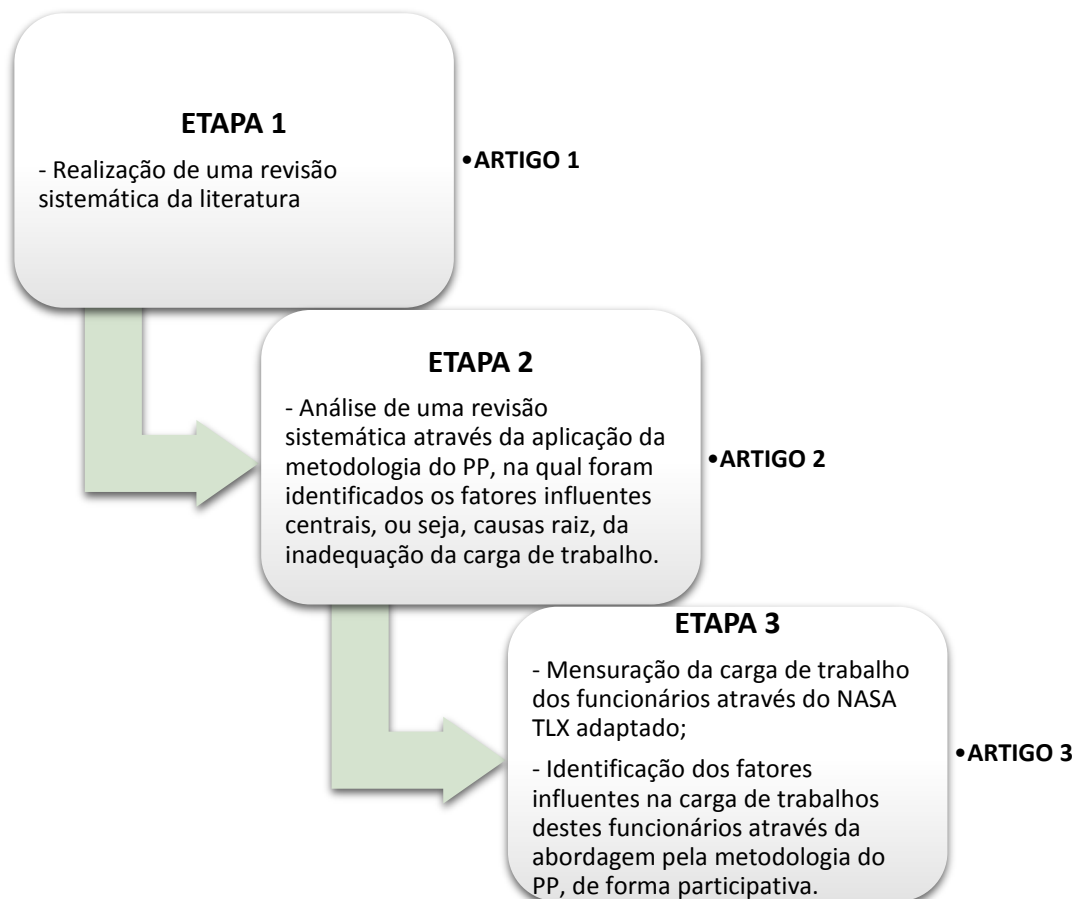


Figura 2: Procedimentos metodológicos desenvolvidos

1.8 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa buscou identificar as causas raiz de uma CT inadequada procurando compreender os fatores influentes e suas interligações para melhorar a condição de saúde e segurança dos trabalhadores.

Entende-se que existem outras formas de abordar a CT inadequada como redução da exposição física, treinamento de força do trabalhador, automação e ergonomia participativa; entretanto não são os aspectos focados no presente estudo.

O objetivo não foi testar nenhum tipo de metodologia, mas entender como interagem os fatores que podem determinar e/ou contribuir para a inadequação da CT, observando uma forma de como realizar a abordagem deste problema de forma participativa.

O NASA TLX, método utilizado neste estudo, restringe-se à aplicação apenas como método avaliativo, sugerido e evidenciado por autores, não representando o tema da presente dissertação. Enquanto, da metodologia do PP utilizou-se apenas uma, das cinco árvores, uma vez que a intenção era apenas identificar as causas raiz de uma CT

inadequada. Os dados encontrados neste estudo podem variar entre organizações e setores de atuação, uma vez que cada um deles possui características específicas dos ambientes onde atuam.

Em relação ao Artigo 1, na revisão sistemática foram utilizados apenas artigos que se adequassem às características da metodologia utilizada, isto é, artigos empíricos, excluindo-se estudos teóricos não aplicados.

No Artigo 2, no qual identificam-se os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz da inadequação da CT através da análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento, deve-se ter cautela pela particularidade de que estes fatores podem ser diferentes se aplicados de forma prática em uma organização, dependendo a partir disso, da particularidade de cada organização avaliada.

Já o Artigo 3 apresenta um estudo de caso em uma empresa manufatureira, voltada ao ramo metalúrgico, buscando avaliar a CT e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz, com intuito de melhorar a saúde e segurança do trabalhador. Destaca-se que quando aplicada em outra organização, os resultados podem variar, de acordo com a particularidade de cada unidade.

1.9 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada no formato de três artigos, onde os temas levantados são distribuídos e discutidos. O resultado dos três artigos busca identificar as causas raiz de uma CT inadequada procurando compreender os fatores influentes e suas interligações para melhorar a condição de saúde e segurança dos trabalhadores.

Cada um dos artigos busca cumprir com os três objetivos específicos deste trabalho. Na Figura 3 apresenta-se uma visão esquemática demonstrando a estrutura da dissertação, onde o artigo 1 buscou entender e definir as dimensões da CT através de uma revisão sistemática de literatura. Já o artigo 2 procurou identificar os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz da inadequação da CT mediante a análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento. E, por fim, o artigo 3 avaliou a CT e suas inadequações de forma participativa, partindo da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura.

CARGA DE TRABALHO - DEFINIÇÃO, FATORES INFLUENTES, IDENTIFICAÇÃO DE CAUSAS RAIZ				
Estudos	Título do artigo	Objetivo específico	Questão de pesquisa	Metodologia
Artigo 1	Características da carga de trabalho e suas definições – uma revisão sistemática	Entender e definir as dimensões da carga de trabalho através de uma revisão sistemática de literatura	i) O que é CT? ii) Quais são suas dimensões e características? iii) Quais fatores aparecem como os principais para definirem a CT na literatura? iiii) Como a CT é avaliada?	Revisão Sistemática de literatura
Artigo 2	Inadequação da Carga de trabalho – fatores influentes e causas Raiz: uma revisão sistemática	Identificar os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz, da inadequação da carga de trabalho através da análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento.	i) Como identificar dentre os fatores influentes, quais são as causas raiz da inadequação da CT de acordo com o PP?	Revisão sistemática analisada através do PP
Artigo 3	Avaliação participativa da carga de trabalho com identificação de suas causas raiz	Avaliar a carga de trabalho e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura.	i) Como é a CT de funcionários de uma empresa de manufatura? ii) Como identificar de uma forma participativa as causas raiz de inadequações da CT, através do PP?	Estudo de caso, utilizando o NASA TLX adaptado e ferramentas do PP

Figura 3: Estrutura da dissertação

2 ARTIGO 1 CARACTERÍSTICAS DA CARGA DE TRABALHO E SUAS DEFINIÇÕES – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Resumo

A identificação da carga de trabalho em sua diversidade torna-se importante para melhor compreensão dos aspectos físicos, cognitivos e fisiológicos dos envolvidos com a atividade de trabalho e seus reflexos sobre a saúde do trabalhador. A carga de trabalho possui diversas definições e respectivos métodos de avaliação, com diferentes abordagens, vantagens e desvantagens. O presente artigo buscou, a partir de uma revisão sistemática de literatura, definir carga de trabalho nas suas compreensões. Foram utilizados 35 artigos empíricos com foco principal no tema em carga de trabalho nas suas diversas abordagens e compreensões. Os resultados encontrados indicam que a avaliação da carga de trabalho é mais abordada pelo enfoque cognitivo, em menor número sobre a questão biomecânica, seguida pela abordagem fisiológica e, por fim, as abordagens mistas e abordagens não definidas. Identificou-se dificuldade dos autores na definição do conceito de carga de trabalho, bem como nas suas subdivisões sugerindo pesquisas para parametrizar ou ao menos clarear tal definição, além de estudos que constatem alternativas de abordagens para adaptação da CT quando esta se encontrar inadequada.

Palavras chave: Carga de trabalho, Avaliação, Métodos, Ferramentas, Ergonomia, Engenharia Humana, Análise.

2.1 INTRODUÇÃO

A carga de trabalho (CT) e a interface homem-máquina vem sendo pesquisadas atualmente, pois a investigação e desenvolvimento destas buscam melhorias dos níveis de conforto, satisfação, eficiência e segurança no trabalho, cumprindo com os principais objetivos da ergonomia. Sabe-se que para uma CT ideal deve-se não sobrecarregar, nem subcarregar um indivíduo, a fim de garantir sua segurança, saúde, conforto e, em longo prazo, otimizar sua eficiência (RUBIO *et al.*, 2004).

A CT possui diferentes definições, o que dificulta consequentemente estimar e compreender a mesma em todas as suas dimensões. Além das definições, há o fato de existirem fatores com impacto sobre a CT, como por exemplo as expectativas, as habilidades, as motivações, as experiências anteriores e as capacidades (DARMONDY *et al.*, 2008; POGACNIK *et al.*, 2004), dificultando sua avaliação.

Para avaliar a CT, deve ser considerada a complexidade das situações de trabalho e as diferentes maneiras de abordar sua análise (LEPLAT, 2004; PAUZIE, 2008). Existe então, uma série de métodos para a avaliação e previsão da CT. A maioria se enquadra nas medidas baseadas em: (a) desempenho, (b) fisiologia, e (c) subjetividade (MESHKATI, HANCOCK, RAHIMI, 1992). O intuito de utilizar estes métodos é melhorar o diagnóstico das situações de trabalho, e definir o papel dos diferentes sistemas de variáveis e mecanismos envolvidos.

Em condições em que se constata alta carga de trabalho, observa-se resultados negativos na vida do trabalhador, como por exemplo, baixa satisfação no trabalho, intenção de deixar a organização, prejuízo na sua saúde, através da ansiedade, depressão, síndrome de burnout, etc. Há também relatos na literatura onde a alta CT influencia os resultados comportamentais do indivíduo como o abuso de drogas, absenteísmo, alteração no engajamento (PANARI *et al.*, 2012) e no desempenho (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Estas informações vêm ao encontro de Leplat (2004), ao afirmar que a análise das condições de trabalho é o pré-requisito para uma resposta eficaz do trabalhador, por terem relações entre si.

A CT inadequada que o indivíduo enfrenta em seu trabalho tem ligação com algumas consequências como falhas de produção. Segundo Gregoriades e Sutcliffe (2008), 80% das falhas na produção são atribuídas ao erro humano. Este fato se justifica, pois a sobrecarga e a subcarga podem reduzir o estado de alerta, aumentando a probabilidade de

ocorrência dos acidentes e incidentes, principalmente quando a CT estiver elevada, representando um problema maior (SAUER *et al.*, 2002). Cabe ressaltar que uma CT insuficiente também pode ser prejudicial, uma vez que faz com que o tédio se manifeste, podendo conseqüentemente resultar na degradação do desempenho (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006).

Desta forma, considera-se de suma importância a compreensão e avaliação da CT, para detecção precoce da situação em que se encontra e, quando necessário, tomar providências tentando evitar os danos que possam surgir.

Considerando o exposto, o objetivo deste artigo é a partir das definições apresentadas, caracterizar várias dimensões da carga de trabalho, utilizando uma revisão sistemática de literatura.

2.2 MÉTODOS DE PESQUISA

Para compreender as dimensões da CT foi realizada uma revisão sistemática de literatura. Trata-se de uma pesquisa exploratória da literatura que tem por objetivo identificar, selecionar e incluir os principais estudos empíricos sobre CT. Uma revisão sistemática tenta agrupar toda a evidência empírica, onde os critérios pré-especificados na seleção de estudos são correspondidos, a fim de responder a uma questão específica de pesquisa, através de métodos que visam minimizar o viés do estudo, tornando os resultados mais confiáveis (HIGGINS, GREEN, 2011).

Para a seleção dos artigos considerou-se que uma revisão sistemática deve conter objetivos claros, critérios pré-definidos de elegibilidade para a seleção dos artigos, metodologia explícita, ser passível de reprodução e, por fim apresentar uma síntese dos resultados encontrados nos estudos incluídos (HIGGINS, GREEN, 2011). Esta revisão sistemática foi realizada seguindo as seguintes etapas: 1)Planejamento; 2) Condução da revisão; 3) Apresentação dos resultados.

2.2.1 Planejamento

A etapa inicial deste estudo partiu da leitura de artigos sobre CT. Esta leitura permitiu identificar a dificuldade de encontrar revisões sistemáticas sobre o tema e auxiliou a definição das palavras a serem selecionadas para a busca de dados, bem como identificar as principais e mais adequadas bases de pesquisa, sendo para este caso a *PubMed*, *EBSCO* e *Scopus*. Em caso de indisponibilidade de acesso a este material por estas bases de dados,

os artigos encontrados foram encaminhados à Comunicação Bibliográfica (Comut), para o acesso ser disponibilizado.

O protocolo de revisão deste estudo foi feito com base no *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* (2011). Portanto o primeiro aspecto definido para a presente pesquisa foi a definição do problema, através da leitura de artigos pré-selecionados e de informações levantadas com *experts* da área de Ergonomia – CT (profissionais com especialização no assunto). Foram levantadas as seguintes questões:

1. O que é CT?
2. Quais são suas dimensões e características?
3. Quais fatores aparecem como os principais para definirem a CT na literatura?
4. Como a CT é avaliada?

As palavras chave utilizadas foram: *Human Factors, Ergonomics, Workload, Tools, Tool, Method*, Analysis, Assessment, Evaluation*, nos títulos e resumos dos artigos da *PubMed* e *Scopus*. Já no mecanismo *EBSCO*, por não possuir esta opção de busca, foi realizada a pesquisa com as mesmas palavras-chave, mas presentes ao longo de todo texto. O algoritmo utilizado foi ((**human factors** OR **ergonomics**) AND (**workload**) AND (**tools** OR **tool**) AND (**method*** OR **analysis**) AND (**assessment** OR **evaluation**)).

Os artigos foram pesquisados a partir de bases de dados *online*. Todos os artigos resultantes da busca foram catalogados em planilhas *Excel*, contendo informações sobre abordagem ou não referente ao assunto específico e, eliminando aqueles, se o material é duplicado (presente em outro mecanismo de busca).

A pesquisa foi realizada no período de agosto a novembro de 2013, sendo a fase de planejamento realizada entre os meses de agosto e setembro. A fase de pesquisa e levantamento de estudos foi realizada no período de setembro, outubro e novembro, a fase de análise e síntese dos resultados, nos períodos de novembro e dezembro. A pesquisa foi realizada por três revisores, onde todos realizaram a busca, encontrando o mesmo número de artigos. Todos participaram da seleção dos estudos, onde em cada filtro ocorria um seminário para confirmar os resultados e partir para o próximo filtro.

2.2.2 Conduta da revisão

A pesquisa foi realizada conforme os procedimentos de busca definidos no planejamento da revisão, selecionando apenas artigos, sendo um critério de exclusão materiais como livros e outros tipos de documentos que não artigos. O critério de inclusão foi abordar a carga de trabalho, respondendo total ou parcialmente no mínimo uma das questões expostas, resultando inicialmente em 291 artigos publicados no período de 1976 a 2013. Foram realizados quatro filtros para a seleção dos artigos. No primeiro filtro foi realizada uma análise inicial com base nos títulos e resumos dos artigos, na qual foram selecionados 139 artigos. Portanto, foram excluídos 152 estudos, 141 por não abordarem o assunto do estudo em questão, 10 por serem duplicados e um por não ser formato de artigo. Estes 139 artigos, passaram pelo segundo filtro (leitura da Introdução e Conclusão), excluindo também os artigos que não eram escritos na língua inglesa, sendo selecionados 90 artigos para o terceiro filtro. No terceiro filtro foram selecionados apenas os artigos empíricos, tendo como resultado desta seleção 60 artigos para o quarto e último filtro que foi a realização da leitura integral, obtendo-se mais 25 exclusões por não abordarem o assunto mas apenas o citarem, sendo então eleitos 35 artigos para esta revisão sistemática.

A sequência lógica dos procedimentos de busca, assim como os resultados encontrados são apresentados na Tabela 1. Entre os artigos incluídos, houve uma subdivisão em cinco grupos: 1) CT com abordagem não específica; 2) abordagem cognitiva; 3) abordagem biomecânica; 4) abordagem fisiológica; e 5) abordagem mista (se referindo a estudos com mais de uma abordagem), e as questões impostas neste estudo foram respondidas de acordo com cada abordagem apresentada.

Tabela 1: Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.

Mecanismos utilizados na busca	Resultado da busca até outubro de 2013	Análise de títulos e resumos	Leitura da introdução e conclusão	Seleção de apenas estudos empíricos	Após leitura integral
EBSCO	34	29	25	15	8
PUBMED	14	7	3	3	3
SCOPUS	243	103	62	42	24

2.2.3 Apresentação dos resultados

Para iniciar a realização da análise dos resultados foi identificado o ano de publicação dos artigos, o periódico de origem, os autores envolvidos em cada estudo, o título e objetivo. Posteriormente, foi realizado o preenchimento de uma tabela com as seguintes divisões: Conceito de CT Geral (definição da carga de trabalho sem foco específico em alguma das suas subdivisões), Abordagem Cognitiva na CT (definição da carga de trabalho com foco específico em abordagem cognitiva), Abordagem Biomecânica na CT (definição da carga de trabalho com foco específico em abordagem biomecânica), Abordagem Fisiológica na CT (definição da carga de trabalho com foco específico em abordagem fisiológica), Abordagem Mista da CT (definição da carga de trabalho com foco específico em mais de uma abordagem), para responder à primeira e terceira questões. Conjuntamente, para responder a segunda e quarta perguntas abordadas no presente artigo, criou-se uma subdivisão contendo as seguintes informações: metodologia utilizada no estudo, público alvo, fatores de influência na CT e consequências destes no trabalhador, além de conter as diversas considerações importantes referentes a cada estudo.

Estes resultados foram sendo levantados paralelamente à leitura dos artigos. Sempre que os fatores da leitura eram considerados relevantes ao estudo em questão, eram registrados em um arquivo de anotações e em tabelas *Excel*. Em ambos foram descritos os dados relevantes de cada um dos estudos e os resultados encontrados. Ao final da leitura de todos os artigos, os dados levantados foram analisados, fazendo a convergência de dados com os três revisores.

2.3 RESULTADOS

Os estudos levantados nesta pesquisa foram organizados por grupos de semelhança, agrupando-os conforme sua abordagem. Os estudos empíricos relacionados às diferentes abordagens não costumam realizar análises fisiológicas, onde apenas 4 dos estudos (11,4%) observam tal aspecto. Fato que se apresenta também nas abordagens não definidas, com 2 dos estudos (5,7%). A abordagem biomecânica apresenta-se com 6 estudos (17,1%), seguida pela mista (com duas ou mais abordagens) com 8 estudos (22,8%), e por fim a mais abordada foi a cognitiva com 15 dos estudos (43%), representando quase metade de todos os estudos envolvendo CT. Ressalta-se que neste estudo a CT cognitiva é considerada sinônimo da CT mental, apesar de haver contestações como a de Stasi, Antolí, Cañas (2011) quando comentam que este sinônimo é discutível.

O interesse pela CT vem aumentando gradualmente com o passar dos anos, como mostra o gráfico da Tabela 2, onde se observa que os primeiros estudos incluídos nesta revisão sistemática iniciaram antes do ano de 2000, tendo um pequeno aumento no período de 2000 a 2004, enquanto no período de 2005 a 2009 o interesse aumentou novamente mais que duplicando as publicações na área. Interesse que se manteve praticamente estável quando considerado o período a partir de 2010 até outubro de 2013 (período de coleta de dados).

Tabela 2: Artigos publicados *versus* Período de publicação

Autor	Ano	Ano de Publicação			
		Antes de 2000	2000-2004	2005-2009	2010-2013
1 HILL <i>et al.</i>	1992	4	5	12	14
2 TSANG, VIDULICH	1994				
3 SCHUCK	1996				
4 BOER	1997				
5 WHITMORE <i>et al.</i>	2000				
6 KERNS	2001				
7 SEIDLER <i>et al.</i>	2001				
8 SAUER <i>et al.</i>	2002				
9 SALONEN <i>et al.</i>	2003				
10 DANIELS <i>et al.</i>	2005				
11 COYLE	2005				
12 GREGORIADES, SUTCLIFFE	2006				
13 ROVIRA, MCGARRY, PARASURAMAN	2007				
14 PRETORIUS, CILLIERS	2007				
15 STOLL <i>et al.</i>	2007				
16 EDVARDSSON <i>et al.</i>	2008				
17 GREGORIADES, SUTCLIFFE	2008				
18 JOHNSON, SMITH	2008				
19 PAUZIE	2008				
20 PHILLIPS, SEN, MCNAMEE	2008				
21 TERMOULET <i>et al.</i>	2009				
22 BALCH <i>et al.</i>	2010				
23 CODERRE <i>et al.</i>	2010				
24 GREGORIADES <i>et al.</i>	2010				
25 TRAN, JOHNSON	2010				
26 DRIESSEN <i>et al.</i>	2011				
27 STASI, ANTOLÍ, CAÑAS	2011				
28 CHO, HWANG, CHERNG	2012				
29 GENTZLER, SMITHER	2012				
30 GUSSO <i>et al.</i>	2012				
31 LODINA, FORSMANA, RICHTER	2012				
32 PANARI <i>et al.</i>	2012				
33 PARSONS <i>et al.</i>	2012				
34 GASCÓN <i>et al.</i>	2013				
35 SUNDSTRUP <i>et al.</i>	2013				

2.3.1 Conceitos

A análise dos resultados iniciou pela resposta da primeira e terceira questão de pesquisa deste trabalho, com o objetivo de contextualizar o assunto. Dos estudos analisados,

avaliou-se quais conceituavam CT. Nesta avaliação alguns apresentaram conceitos específicos com 6 estudos (17%), outros gerais com 8 estudos (23%), enquanto a ausência de conceito foi predominante, estando presente em 21 dos estudos (60%), demonstrando que uma grande quantidade de estudos nos quais CT é abordada sem definição conceitual. Na Figura 4, pode-se observar quais autores abordaram o conceito de CT de forma geral, ou de forma específica, ou ainda os que não o abordam.

Conceitos	Autores
Específico	Coderre <i>et al.</i> (2010), Edvardsson <i>et al.</i> (2008), Gentzler , Smither (2012), Pauzie (2008), Schuck (1996), Stasi, Antolí, Cañas (2011).
Geral	Balch <i>et al.</i> (2010), Boer (1997), Gregoriades, Sutcliffe (2008), Gregoriades <i>et al.</i> (2010), Gregoriades, Sutcliffe (2006), Johnson, Smith (2008), Parsons <i>et al.</i> (2012), Stoll <i>et al.</i> (2007).
Ausente	Cho, Hwang, Cherng, Coyle (2012), Daniels <i>et al.</i> (2005), Driessen <i>et al.</i> (2011), Gascón <i>et al.</i> (2012), Gusso <i>et al.</i> (2012), Hill <i>et al.</i> (1992), Kerns (2001), Lodina, Forsmana, Richter (2012), Panari <i>et al.</i> (2012), Phillips, Sen, Mcnamee (2008), Pretorius, Cilliers (2007), Rovira, Mcgarry, Parasuraman (2007), Salonen <i>et al.</i> (2003), Sauer <i>et al.</i> (2002), Seidler <i>et al.</i> (2001), Sundstrup <i>et al.</i> (2013), Termoulet <i>et al.</i> (2009), Tran, Johnson (2010), Tsang, Vidulich (1994), Whitmore <i>et al.</i> (2000).

Figura 4: Abordagem conceitual dos autores

2.3.1.1 Conceitos gerais

A CT é caracterizada por definições multifacetadas (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006), no entanto, a maioria dos estudos não conceitua CT, preocupando-se mais com as consequências que esta representa para o trabalhador. Nos 23% dos estudos que conceituaram de forma geral, foram observadas divergências. Estas já foram detectadas por Gregoriades e Sutcliffe (2008), quando comentam que a literatura apresenta diferentes facetas e definições sobre CT, que vão desde os estados fisiológicos de estresse e esforço,

a experiências subjetivas de estresse, esforço mental, incluindo medidas objetivas de níveis de desempenho. Paralelo a esta afirmação encontra-se a definição de Parsons *et al.* (2012), onde CT é definida como uma construção abstrata que quantifica a resposta individual às demandas de uma tarefa ou conjunto de tarefas.

A demanda colocada sobre as pessoas em termos de resposta comportamental para eventos, comunicação e interações entre seres humanos e tecnologia, é uma das definições apresentadas (GREGORIADES, SUTCLIFFE 2006; GREGORIADES, SUTCLIFFE 2008; GREGORIADES *et al.*, 2010). Embora Gregoriades e Sutcliffe (2006) acrescentem na definição o custo de realizar as exigências da tarefa, para o elemento humano de sistemas sócio-técnicos.

Stoll *et al.* (2007), tem sua abordagem voltada à fisiologia, visto que definem CT como qualquer esforço fisiológico resultante de reações. Já Boer (1997) afirma que CT pode ser definida como os recursos humanos que um operador irá precisar ao executar uma tarefa de um sistema.

Segundo Balch *et al.* (2010), Johnson e Smith (2008) CT é definida como horas trabalhadas. Outros autores consideram que horas de trabalho é apenas um, dos vários fatores influentes sobre a CT (DRIESSEN *et al.*, 2011; LODINA, FORSMANA, RICHTER, 2012; CHO, HWANG, CHERNG, 2012).

2.3.1.2 Conceitos específicos

Em relação aos conceitos específicos, buscou-se uma separação por abordagem, onde se percebeu que havia definição de conceitos específicos apenas para a abordagem cognitiva, ausentando-se as demais conceituações.

O conceito de CT cognitiva tem sido reconhecido como um fator importante no desempenho individual dentro de sistemas complexos (PRETORIUS, CILLIERS, 2007). De acordo com Pauzie (2008), não há uma definição universalmente aceita de CT cognitiva, mas pode ser conceituada como a interação entre a estrutura, sistemas e tarefas, por um lado, e capacidade, e por outro, motivação e estado do operador. Também afirma que a CT cognitiva é uma construção psicológica, de difícil definição e avaliação, onde o volume de trabalho definido é considerando e a capacidade limitada do trabalhador também, isto é o que realmente se torna necessário para realizar uma tarefa específica. A partir desta afirmação, percebe-se que a CT cognitiva depende das exigências de tarefa,

em relação à quantidade de recursos que o operador dispõe ou é capaz de alocar, sendo então, um conceito relativo (PAUZIE, 2008). Gentzler e Smither (2012) concordam com Pautie (2008) comentando que a CT cognitiva refere-se ao grau ou percentagem da capacidade de processamento da informação que o operador dispõe, em determinada atividade exigida pelo sistema. Enquanto isso, Stasi, Antolí e Cañas (2011) descrevem o custo mental que o operador obtém ao realizar as exigências das tarefas executadas. Schuck (1996) afirma que CT cognitiva se refere à demanda de atenção do operador. Todavia, Edvardsson *et al.* (2008) afirmam que esta definição refere-se ao ritmo, intensidade e competências exigidas para ser capaz de realizar o trabalho, podendo utilizar da criatividade, repetitividade e liberdade para decidir o que fazer e quando fazer.

Dentre os autores, o único que subdivide a CT cognitiva é Coderre *et al.* (2010), indicando a existência de três tipos sendo: carga intrínseca, carga cognitiva não pertinente e carga cognitiva pertinente. A primeira é causada pela complexidade da própria tarefa, logo, é modificável, passível de redução. Já a segunda carga cognitiva não pertinente é prejudicial na aprendizagem e pode ser alterada por intervenções de instrução interna. Enquanto a terceira carga cognitiva pertinente, é até desejável, pois beneficia a aprendizagem. O ideal reduzir a complexidade da tarefa eliminando ou diminuindo ao máximo a carga cognitiva não pertinente, liberando assim todos os recursos cognitivos para um melhor desempenho (CODERRE *et al.*, 2010).

2.3.2 Fatores influentes

Para responder parte da segunda questão deste estudo, demonstra-se que os fatores influentes são citados na literatura como prejudiciais referindo-se à CT, devendo ser identificados e minimizados, objetivando benefício mútuo, uma vez que a CT é um importante fator capaz de influenciar os acidentes, além de estar diretamente relacionada com a atenção e desempenho do trabalhador (GREGORIADES *et al.*, 2010). No presente estudo, encontraram-se 17 autores (48,6%) que não abordam fatores influentes externos e individuais, restando 18 estudos (51,4%) com diferentes fatores detectados (Figura 5), onde influentes individuais são particulares de cada trabalhador, não estando sob domínio da organização, já fatores externos são fatores impostos pelo trabalho, ou seja, sob domínio da organização.

Autor	Fatores externos	Fatores individuais
Balch <i>et al.</i> (2010)	Altas horas de trabalho.	-
Cho e Hwang e Cherg (2012)	Horas de trabalho, movimentos repetitivos, esforços vigorosos, vibração, compressão mecânica, posturas mantidas, alta aflição psicológica.	-
Daniels <i>et al.</i> (2005)	Insatisfação no trabalho, ausência de apoio social, exigências do trabalho, ritmo, frequência de movimentos como flexão, torção de coluna, levantar e sentar.	Idade, sexo, Índice de Massa Corporal, educação, exercício, aptidão física, tabagismo.
Driessen <i>et al.</i> (2011)	Horas de trabalho por semana, forças, cargas dinâmicas, cargas estáticas, cargas repetitivas, fatores climáticos, vibração, fatores ambientais ergonômicos, ortostatismo, deambulação, sedestação e posturas desconfortáveis.	Sexo, idade, nível de escolaridade.
Edvardsson <i>et al.</i> (2008)	Tensão no trabalho.	-
Gascón <i>et al.</i> (2013)	Exigências excessivas.	-
Gregoriades e Sutcliffe (2008)	Períodos de baixa atividade seguidos por períodos alta atividade, ou seja, sub/sobre-estimulação.	-
Gregoriades <i>et al.</i> (2010)	Excesso de informações e estímulos simultâneos.	-
Gusso <i>et al.</i> (2012)	Intensidade da atividade.	-
Johnson e Smith (2008)	Quantidade da demanda.	-
Lodina e Forsmana e Richter (2012)	Fixação visual.	-
Pauzie (2008)	Esforço de atenção e estresse situacional.	-
Rovira e Mcgarry e Parasuraman (2007)	Rítmo elevado de trabalho.	-
Salonen <i>et al.</i> (2003)	X	Envelhecimento humano.
Sauer <i>et al.</i> (2002)	Altas horas de trabalho.	-
Seidler <i>et al.</i> (2001)	Flexão de Coluna.	-
Tran e Johnson (2010)	Sala barulhenta, estoques excessivos, não disposição de pessoas suficiente para o trabalho.	-
Whitmore <i>et al.</i> (2000)	Altas horas de trabalho	-

Figura 5: Fatores influentes da CT

Dos fatores encontrados, o estudo de Daniels *et al.* (2005) foi o único que divide estes em diferentes categorias, sendo elas: individuais, psicossociais, comportamento de saúde, trabalho organizacional e fatores ergonômicos físicos (Figura 6). O estudo afirma ainda que estes desempenham um importante papel nas consequências referentes à CT, e seus agravamentos.

Categorias	Características
Individuais	Idade, sexo índice de massa corporal, educação.
Psicossociais	Satisfação no trabalho, apoio social.
Comportamento de saúde	Exercício, aptidão física, tabagismo.
Trabalho organizacional	Exigências do trabalho, ritmo do trabalho, controle percebido.
Fatores ergonômicos físicos	Frequência de movimentos como flexão, torção, sentar, levantar.

Figura 6: Divisão em categorias e características dos fatores influentes na CT.

Fonte: adaptado de Daniels *et al.*, 2005.

2.3.3 Consequências referentes à CT

Respondendo à terceira questão, sabe-se que os fatores influentes podem afetar a CT que por sua vez influencia nas consequências sobre o ser humano. Encontrou-se 12 estudos (34%) que não possuem informações relacionadas, mas a maioria, um total de 23 estudos (66%) possuem informações variadas que são mostradas na Figura 7.

Segundo Gregoriades *et al.* (2010), quando a procura excede recursos disponíveis, então o trabalhador atende a apenas um subconjunto de informações disponíveis para tomar decisões, não conseguindo contatar todas as fontes de informação, facilitando os erros e acidentes. Eles ressaltam ainda que, da mesma forma, que altos níveis de CT são vistos de forma negativa, baixos níveis também são prejudiciais, podendo levar a efeitos catastróficos, tais como acidentes envolvendo perda material e humana, constatando assim a importância da detecção desta alteração na CT.

Autores	Consequências
Balch <i>et al.</i> (2010)	Angústia profissional, aumento de erros no trabalho e da taxa de esgotamento, diminuição da qualidade de vida, diminuição da satisfação com a carreira, conflitos em casa.
Boer (1997)	Diminuição do desempenho, fadiga, exaustão e colapso do operador.
Cho e Hwang e Cherng (2012)	Traumas acumulativos, sintomas de desconforto musculoesqueléticos como: dor no ombro, dor nas costas.
Coderre <i>et al.</i> (2010)	Diminuição do desempenho.
Daniels <i>et al.</i> (2005)	Lombalgia.
Driessen <i>et al.</i> (2011)	Dor no pescoço e Lombalgia.
Edvardsson <i>et al.</i> (2008)	Doença e mortalidade cardiovascular.
Gascón <i>et al.</i> (2013)	Síndrome de Burnout e dificuldade na recuperação de energia do trabalhador.
Gentzler e Smither (2012)	Estresse corporal, descuidado nas tarefas, acidente / lesão súbita, fadiga, menor satisfação no trabalho, diminuição da qualidade da saúde mental e física.
Gregoriades e Sutcliffe (2006)	Degradação da concentração e aumento de erros.
Gregoriades e Sutcliffe (2008)	Erros no trabalho, redução o estado de alerta, maior probabilidade de acidentes, aumento do tédio, deterioração do desempenho, lapsos mentais.
Gregoriades <i>et al.</i> (2010)	Diminuição da concentração, agilidade e atenção, aumento de erros, tédio e da probabilidade de acidente.
Gusso <i>et al.</i> (2012)	O volume sistólico em indivíduos fisicamente condicionados aumenta gradualmente para um platô de aproximadamente 120bpm (batimentos cardíacos por minuto), ou 40% do VO ₂ max (capacidade máxima do corpo de um indivíduo em transportar e metabolizar oxigênio).
Lodina e Forsmana e Richter (2012)	Desconforto em olhos, pescoço e ombros.

Panari <i>et al.</i> (2012)	Baixa satisfação no trabalho, síndrome de burnout, intenção de deixar a organização, ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio, abuso de drogas, aumento do absenteísmo, do nível de stress, do risco de acidentes, assédio moral, baixo engajamento, redução do desempenho, comprometimento do sistema imunitário, redução do funcionamento cardiovascular, influência na pressão arterial e em hormônios .
Phillips, Sen e Mcnamee (2008)	Desequilíbrio na vida profissional.
Rovira e McGarry e Parasuraman (2007)	Prejuízo da performance na decisão imperfeita.
Salonen <i>et al.</i> (2003)	Desenvolvimento de doenças crônicas, maior grau de trabalho devido às deficiências causadas pelas doenças, ausências por doença a longo prazo, sintomas de estresse, falta de trabalho, maior risco de interrupção precoce da vida profissional.
Sauer <i>et al.</i> (2002)	Diminuição do desempenho, aumento nos níveis de acidentes e incidentes, fadiga, tensão.
Seidler <i>et al.</i> (2001)	Osteocondrose sintomática, espondilose da coluna lombar, estreitamento do espaço discal e presença de osteófitos.
Stasi e Antolí e Cañas (2011)	Flutuações do estado de atenção, uma redução da velocidade de pico mental, aumento da fadiga mental.
Sundstrup <i>et al.</i> (2013)	Incapacidade para o trabalho temporário, dores musculoesqueléticas em braços, ombros e mãos.
Whitmore <i>et al.</i> (2000)	Diminuição do desempenho, aumento de erros, estresse, fadiga e exaustão.

Figura 7: Consequências relacionadas à CT

2.3.4 Formas de avaliação

Respondendo à quarta questão deste estudo, as formas de avaliação da CT subdividem-se em três principais categorias: (a) desempenho (b) fisiológica e (c) cognitiva subjetiva (MESHKATI *et al.*, 1992), onde medidas de desempenho concentram-se no pressuposto de que um aumento de demanda na tarefa, provoca redução no desempenho humano, que aumenta subsequentemente o tempo de conclusão da tarefa (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Já a categoria fisiológica verifica as mudanças no organismo de acordo com a CT que o indivíduo é exposto (CARDOSO, GONTIJO, 2012). De outra forma, a CT cognitiva subjetiva constitui um elemento-chave na segurança, confiabilidade e eficiência dos sistemas socio-técnicos complexos através de avaliações pelo auto-relato (DRIESSEN *et al.*, 2011).

Certos critérios são avaliados separadamente nesta subdivisão, sendo eles: habilidade, concentração e motivação relacionados à parte do desempenho; frequência cardíaca, dilatação da pupila, ondas cerebrais, pressão arterial e parâmetros respiratórios (STOLL *et al.* 2007) relacionados à parte fisiológica (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008); enquanto as avaliações cognitivas subjetivas, avalia-se pela impressão de esforço (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008).

Uma particularidade das medidas de desempenho, é que estas são capazes de detectar apenas a alta carga de trabalho, uma vez que os baixos níveis de trabalho, permitem que o operador adapte normalmente sua tarefa, em um esforço para manter as variáveis de saída em um nível aceitável (PRETORIUS, CILLIERS, 2007).

A vantagem das medidas fisiológicas é o fornecimento contínuo do registro dos dados ao longo do tempo (PRETORIUS, CILLIERS, 2007) além de possuírem o mérito de medidas objetivas. Porém pode ser difícil de alcançar essas medidas de acordo com as condições de trabalho encontradas (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006). A cicloergoespiometria é um exemplo de verificação fisiológica. Trata-se de uma investigação usada para detectar a capacidade fisiológica e física do trabalhador, permitindo a simulação do que este pode carregar. Os hormônios do estresse, as respostas de condutibilidade da pele, ou outros parâmetros podem ajudar a avaliar os níveis de tensão no processo de trabalho (STOLL *et al.*, 2007). O monitoramento fisiológico é considerado um método não-invasivo de avaliar a CT associada à execução de tarefas (TERMOULET *et al.*, 2009; PRETORIUS, CILLIERS, 2007).

As avaliações subjetivas têm como característica serem baratas, rápidas para administrar, e razoavelmente, precisas (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006). Porém, como geralmente são realizadas através do autorelato, podem resultar em estimativas imprecisas (DRIESSEN *et al.*, 2011) referentes à percepção do operador quanto a carga exigida para realizar as tarefas (TSANG, VIDULICH, 1994), mediada por habilidades e conhecimentos, nível de formação, experiências passadas, fadiga e stress (PARSONS *et al.*, 2012). Segundo Panari *et al.* (2012) percepções de autorelato pode ser influenciadas por interpretações dos trabalhadores, situação repetidamente criticada, pois correlações podem ser artificialmente reforçadas pela sobreposição conceitual produzindo falsas correlações.

Para o desenvolvimento do índice de CT é importante considerar critérios como: sensibilidade, seletividade, intromissão, confiabilidade e capacidade de diagnóstico (PRETORIUS, CILLIERS, 2007). Hill *et al.* (1992) comparou quatro medidas subjetivas utilizadas na verificação da CT, dentre elas a *Modified Cooper-Harper Scale*, *National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (TLX)*, *Overall Workload (OW)*, *Subjective Workload Assessment Technique*. Os resultados indicaram que todas as quatro escalas são ferramentas aceitáveis e sensíveis a diferentes níveis de CT. Porém o NASA TLX e OW são superiores quando consideramos sensibilidade, além de serem menos invasivos, já que podem ser aplicadas após a tarefa, sem atrapalhar seu desempenho, sendo também meios rápidos e baratos em sua administração e análise. O NASA TLX é amplamente utilizado para a avaliação subjetiva da carga de trabalho, por ser aplicável a vários domínios complexos de alto risco (PARSONS *et al.*, 2012). O método *Rapid Entire Body Assessment (REBA)* é outro método utilizado, no entanto com menor frequência, por possui apenas foco biomecânico (COYLE, 2005).

Deve-se ressaltar que são necessárias medidas objetivas e subjetivas de CT para avaliar os efeitos das influências na mesma (KERNS, 2001), além das medidas de autorelato deve ser utilizado medidas como a ressonância ou eletroencefalograma que fornece uma avaliação mais direta e sensível da saúde mental do trabalhador (STASI, ANTOLÍ, CAÑAS, 2011). Deve-se incluir nesta avaliação não apenas a tarefa em si, mas também o meio ambiente, as pessoas e fatores de gestão, para obter-se melhor controle de riscos, monitoramento inclusive os perigos em cada área (COYLE, 2005).

2.3.5 Outros dados importantes a serem destacados

A CT e o trabalho repetitivo têm sido vistos como dois fatores de risco psicossociais do trabalho, sendo associados à tensão dos trabalhadores (PANARI *et al.*, 2012). Encontra-se também uma associação entre horas de utilização do computador e risco de lesões musculoesqueléticas (CHO, HWANG, CHERNG, 2012). Salienta-se que deve ser reduzido/eliminado a flexão, torção da coluna lombar, levantamento de peso, e vibração de corpo inteiro principalmente em postos com alta CT (DANIELS *et al.*, 2005), uma vez que estes estão associados de forma importante à lesão de coluna lombar, em especial à osteocondrose ou espondilose (SEIDLER *et al.*, 2001). Estas condições constituem um fator importante na influência sobre acidentes, desempenho humano e atenção do trabalhador (GREGORIADES *et al.*, 2010).

Quando se aborda a questão gênero dos trabalhadores, Cho e Hwang e Cherng (2012) afirmam em seu estudo que o gênero feminino apresentou 2,25 vezes maior risco de sintomas em comparação com o gênero masculino. Também ocorrendo no estudo de Phillips, Sem e Mcnamee (2008) onde o gênero feminino teve maiores consequências referentes à CT quando comparando a seus homólogos masculinos.

Na avaliação da CT, diferenças podem aparecer entre os membros que trabalham neste ambiente. Essas diferenças podem estar relacionados a causas variadas, incluindo a familiaridade dos operadores com as tarefas, seu histórico educacional e aptidões por suas tarefas (SCHUCK, 1996).

Tendo em vista que, além do efeito direto sobre a saúde do empregado e a incapacidade para o trabalho, os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) impõem um grande ônus socioeconômico, devido à ampla utilização dos cuidados e serviços de saúde, pensão por invalidez e perda de produtividade (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Como a CT pode ser ajustada (GUSSO *et al.*, 2012), busca-se então alternativas para a sua redução, sendo tradicional a redução da exposição física através da intervenção ergonômica e, como outra alternativa estratégica, o aumento físico da capacidade do trabalhador através de treinamento de força (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Uma terceira alternativa encontrada é a automação, gerando conflitos, pois enquanto tende a reduzir a CT, também gera alto volume de produção nãoestruturando, à condição de trabalho (KERNS, 2001), gerando problemas na interação humano-automação, desequilibrando a CT, reduzindo a consciência do trabalhador perante o sistema, gerando vieses de decisão,

desconfiança, excesso de confiança, e complacência (ROVIRA, MCGARRY, PARASURAMAN, 2007). Estes pontos conflitantes devem ser considerados já que há um consenso sobre a influência direta da CT sobre a confiabilidade de sistemas sócio-técnicos complexos (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Enquanto isso a ergonomia participativa apresentada como quarta alternativa, é uma abordagem promissora para reduzir a CT psicossocial e física (DRIESSEN *et al.*, 2011), uma vez que utiliza a participação do trabalhador na solução dos problemas.

2.4 DISCUSSÃO

Após a análise dos resultados apresentados, pôde-se observar que os estudos selecionados, em sua grande maioria, não se preocupam em definir o termo CT ao abordá-lo, mas sim estão focados em demonstrar as particularidades relacionadas a este termo, além de não utilizarem uma definição universal, adaptando a sua população alvo de sua pesquisa.

Nas definições apresentadas, nota-se uma divisão entre os conceitos gerais (BALCH *et al.*, 2010; Gregoriades, Sutcliffe, 2008; Gregoriades *et al.*, 2010; Johnson, Smith, 2008; Stoll *et al.*, 2007) e os conceitos específicos (CODERRE *ET AL.*, 2010; EDVARDSSON *et al.*, 2008; GENTZLER, SMITHER, 2012; PAUZIE, 2008; STASI, ANTOLÍ, CAÑAS, 2011). Nos conceitos gerais há um conflito onde o item “horas de trabalho” já foi defendido como definição da CT (BALCH *et al.*, 2010; JOHNSON, SMITH, 2008), porém pesquisas recentes demonstram que ele é apenas um fator estressante do conceito e não o conceito em si (DRIESSEN *et al.*, 2011; LODINA, FORSMANA, RICHTER, 2012; CHO, HWANG, CHERNG, 2012). Nos conceitos específicos percebe-se que apenas a CT cognitiva é abordada, com variação na sua definição, apesar de todas seguirem a mesma linha de raciocínio, onde o empenho mental e a capacidade de processamento de informação que o operador necessita e possui para ser capaz de realizar as exigências que a atividade lhe impõe é a CT cognitiva (GENTZLER, SMITHER, 2012; PAUZIE, 2008; STASI, ANTOLÍ, CAÑAS, 2011; EDVARDSSON *et al.*, 2008). Há uma subdivisão realizada por Coderre *et al.* (2010), demonstrando os três tipos de CT cognitiva (sendo carga intrínseca), carga cognitiva impertinente e carga cognitiva pertinente. Afinal, através desta se confirma a ideia de que, tanto a CT alta quanto baixa, tornam-se prejudiciais ao trabalhador (CODERRE *et al.*, 2010; GREGORIADES *et al.*, 2010). As outras abordagens não foram conceituadas por nenhum autor dentre os selecionados neste estudo.

Mesmo não sendo o objetivo principal, evidenciaram-se os efeitos da CT inadequada ao trabalhador gerando consequências. Dentre os fatores influentes, destaca-se a grande variedade detectada, em especial a presença de fatores modificáveis, ou seja, fatores externos que são impostos pelo trabalho. Estes foram abordados com maior frequência, presente em todos os autores que trataram sobre os fatores influentes, exceto Salonen *et al.* (2003) que abordaram apenas os fatores não modificáveis, sendo estes impostos pela individualidade humana do trabalhador (DANIELS *et al.* 2005; DRIESSEN *et al.* 2011). Ambos devem ser considerados em sua complexidade.

Quando analisadas as consequências da CT inadequada, encontrou-se uma grande diversidade, incluindo o prejuízo na saúde do trabalhador, no desempenho das suas atividades profissionais, gerando consequente prejuízo para ambas as partes (trabalhador e empresa). Desta forma a afirmação de Gregoriades *et al.*(2010) sobre a importância da detecção desta alteração na CT se torna evidente.

Para a detecção desta alteração na CT encontramos métodos fisiológicos (STOLL *et al.*, 2007; TERMOULET *et al.*, 2009), cognitivos subjetivos e de desempenho (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Para uma melhor análise, além das medidas subjetivas (DRIESSEN *et al.*, 2011), deve-se utilizar medidas objetivas (GUSSO *et al.*, 2012), fornecendo uma avaliação mais direta e sensível da saúde no trabalho (KERNS, 2001; STASI, ANTOLÍ, CAÑAS, 2011).

Por fim, destacou-se o gênero feminino apresentando maior risco de sintomas entre os trabalhadores, enquanto que para o gênero masculino nada foi relatado (CHO, HWANG, CHERNG, 2012; PHILLIPS, SEM, MCNAMEE, 2008).

2.5 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi apresentada uma revisão sistemática dos estudos empíricos que abordam a CT e suas definições, com intuito de facilitar o processo de compreensão referente à CT. Percebeu-se a existência de poucos estudos, apesar do crescimento de publicação sobre o tema e, dos estudos que foram selecionados, poucos abordam a definição conceitual da mesma.

A abrangência de estudos mais antigos demonstrou as evoluções visando clarear definições e particularidades do tema em questão. Entretanto, a literatura empírica atual não se mostrou suficientemente objetiva para definir com clareza a CT, visto que na

maioria dos estudos, as informações necessárias, quando abordadas, são tratadas de forma superficial, deixando uma lacuna teórica.

Visto que o impacto dos malefícios da CT inadequada é significativo, outra lacuna verificada na literatura foi em relação às alternativas de adaptação desta CT. Não foram constatadas abordagens específicas, ou mesmo alternativas factíveis, com intuito de prevenir ou adaptar o trabalho ao operador, melhorando as condições de CT, diminuindo, conseqüentemente o impacto relatado neste estudo. A partir disso sugere-se estudos futuros com maior clareza ao definir CT, além de estudos que constatem alternativas de abordagens para adaptação da CT quando esta se encontrar inadequada, sendo importante identificar o motivo principal do motivo pelo qual está inadequada. Uma limitação do presente estudo é a revisão sistemática agrupar apenas artigos empíricos, sendo uma oportunidade de pesquisa futura fazer esta revisão sistemática em artigos não empíricos, comparar os resultados e verificar a presença ou ausência de gaps nesta literatura.

REFERÊNCIAS

- BALCH, C. M. *et al.* Surgeon Distress as Calibrated by Hours Worked and Nights on Call. *American College of Surgeons*, v. 211, n. 5, November 2010.
- BOER, L.C. Workload-watch as an element of human engineering testing and evaluation. In: *Eleventh ship control symposium*, v. 2, 1997.
- CHO, C. Y.; HWANG, Y. S.; CHERNG, R. J. Musculoskeletal symptoms and associated risk factors among office workers with high workload computer use. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 35, n. 7, 2012.
- CODERRE, S. *et al.* Early use of magnetic endoscopic imaging by novice colonoscopists: Improved performance without increase in workload. *Canadian Journal of Gastroenterology*, v. 24, n. 12, December 2010.
- COYLE, A. Comparison of the Rapid Entire Body Assessment and the New Zealand Manual Handling ‘Hazard Control Record’, for assessment of manual handling hazards in the supermarket industry. *Work*, v. 24, p. 111-116, 2005.
- DANIELS, C. *et al.* Self-Report Measure of Low Back-Related Biomechanical Exposures: Clinical Validation. *Journal of Occupational Rehabilitation*, v. 15, n. 2, June 2005.
- DARMODY, M.; SMYTH E., UNGER, M. Field of Study and Students’ Workload in Higher Education. *International Journal of Comparative Sociology*, v. 49, p. 329–346, 2008.
- DRIESSEN, M. T. *et al.* Participatory ergonomics to reduce exposure to psychosocial and physical risk factors for low back pain and neck pain: results of a cluster randomised controlled trial. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 68, p. 674-681, 2011.
- EDVARDSSON, D. *et al.* Associations between the working characteristics of nursing staff and the prevalence of behavioral symptoms in people with dementia in residential care. *International Psychogeriatrics*, v. 20, n. 4, p. 764–776, 2008.
- GASCÓN, S. *et al.* A factor confirmation and convergent validity of the “areas of worklife scale” (AWS) to Spanish translation. *Health and Quality of Life Outcomes*, v. 11, n. 63, 2013.
- GENTZLER, M. D.; SMITHER, J. A. Using practical ergonomic evaluations in the restaurant industry to enhance safety and comfort: a case study. *Work*, v. 41, p. 5529-5531, 2012.

GREGORIADES, A., SUTCLIFFE, A. Workload prediction for improved design and reliability of complex systems. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, p. 530–549, 2008.

GREGORIADES, A. *et al.* Human-Centered Safety Analysis of Prospective Road Designs. *IEEE*, v. 40, n. 2, Mar 2010.

GREGORIADES, A., SUTCLIFFE, A.G. Automated assistance for human factors analysis in complex systems. *Ergonomics*, v. 49, n. 12-13, 2006.

GUSSO, S. *et al.* Design and testing of an MRI-compatible cycle ergometer for non-invasive cardiac assessments during exercise. *BioMedical Engineering OnLine*, v. 11, n. 13, 2012.

HIGGINS J.P.T.; GREEN, S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Versão 5.1.0* [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Disponível em www.cochrane-handbook.org. Acessado em 08 agosto de 2013

HILL, S.G. *et al.*. Comparison of Four Subjective Workload Rating Scales. *Human Factors*, v. 34, n. 4, p. 429-439, 1992.

JOHNSON, C.; SMITH, E. C. A Mid-Term Terminal Concept of Operations: Evaluation and Evolution Analysis. *IEEE*, 2008.

KERNS, K. An Experimental Approach to Measuring the Effects of a Controller Conflict Probe in a Free Routing Environment. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, v. 2, n. 2, June 2001.

LEPLAT, J. L'analyse psychologique du travail. *Revue européenne de psychologie appliquée*, v. 54, p. 101–108, 2004.

LODINA, C.; FORSMANA, M.; RICHTER, H. Eye- and neck/shoulder-discomfort during visually demanding experimental near work. *Work*, v. 41, p. 3388-3392, 2012.

MESHKATI, N.; HANCOCK, P. A.; RAHIMI, M. Techniques in mental workload assesment. In J. R. Wilson and E. N. Corlett (eds), *Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology*, 2nd edn (London: Taylor & Francis), p. 749 -782, 1992.

PANARI, C. *et al.* Assessing and improving health in the workplace: an integration of subjective and objective measures with the STress Assessment and Research Toolkit (St.A.R.T.) method. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v. 7, n. 18, 2012.

- PARSONS, S.E. *et al.* Assessment of workload during pediatric trauma resuscitation. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v. 73, n. 5, 2012.
- PAUZIE, A. A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI). *IET Intelligent Transport Systems*, v. 2, n. 4, p. 315–322, 2008.
- PHILLIPS, S. J.; SEN, D.; MCNAMEE, R. Risk factors for work-related stress and health in head teachers. *Occupational Medicine*, v. 58, p. 584–586, 2008.
- POGACNIK, M. *et al.* An Attempt to Estimate Students' Workload. *Journal of Veterinary Medical Education*, v. 31, n. 3, 2004.
- PRETORIUS, A., CILLIERS, P.J. Development of a mental workload index: A systems approach. *Ergonomics*, v. 50, n. 9, 2007.
- ROVIRA, E.; MCGARRY, K.; PARASURAMAN, R. Effects of Imperfect Automation on Decision Making in a Simulated Command and Control Task. *Human Factors*, v. 49, n. 1, February 2007.
- RUBIO, S., *et al.* Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology: an International Review*, v. 53, p. 61–86, 2004.
- SALONEN, P. *et al.* Factors associated with premature departure from working life among ageing food industry employee. *Occupational Medicine*, v. 53, p. 65–68, 2003.
- SAUER, J. *et al.* Effects of display design on performance in a simulated ship navigation environment. *Ergonomics*, v. 45, n. 5, p. 329–347, 2002.
- SCHUCK, M.M. Development of Equal-Interval task rating scales and task conflict matrices as predictors of attentional demand. *Ergonomics*, v. 39, n. 3, p. 345–357, 1996.
- SEIDLER, A. *et al.* The role of cumulative physical work load in lumbar spine disease: risk factors for lumbar osteochondrosis and spondylosis associated with chronic complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 58, p. 735–746, 2001.
- STASIL, L. D.; ANTOLÍ, A.; CAÑAS, J. J. Main sequence: An index for detecting mental workload variation in complex tasks. *Applied Ergonomics*, v. 42, p. 807–813, 2011.
- STOLL, R. *et al.* System for Flexible Field Measurement of Physiological Data of Operators Working in Automated Labs. *The Association for Laboratory Automation*, v. 12, 2007.

SUNDSTRUP, E. *et al.* Participatory ergonomic intervention versus strength training on chronic pain and work disability in slaughterhouse workers: study protocol for a single-blind, randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 14, n. 67, 2013.

TERMOULET, P. D. *et al.* Workload-Based Assessment of a User Interface Design. *Digital Human Modeling*, p. 333–342, 2009.

TRAN, D. T.; JOHNSON, M. Classifying nursing errors in clinical management within an Australian hospital. *International Nursing Review*, v. 57, p. 454–462, 2010.

TSANG, P.S.; VIDULICH, M.A. The Roles of Immediacy and Redundancy in Relative Subjective Workload Assessment. *Human Factors*, v. 36, n. 3, p. 503-513, 1994.

WHITMORE, M.M.S. *et al.* Habitability Research Priorities for the International Space Station and Beyond. *Aviation, Spaze, and Environmental Medicine*, v.71, n. 9, 2000.

3 ARTIGO 2 - INADEQUAÇÃO DA CARGA DE TRABALHO – FATORES INFLUENTES E CAUSAS RAIZ: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Resumo

A carga de trabalho representa um fator importante na influência sobre a segurança e saúde do trabalhador, pois quando inadequada interfere nos acidentes, desempenho humano, atenção do trabalhador, além de induzir a ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio e abuso de drogas. Estas alterações, por sua vez, têm influência organizacional, uma vez que possibilitam o absenteísmo e o baixo engajamento de trabalho, logo representando alto custo financeiro para a organização. Portanto, a carga de trabalho inadequada dificulta a organização de atingir seu objetivo, e para realizar um ajuste eficiente, deve-se identificar a restrição, ou seja, os fatores influentes centrais que impedem a carga de trabalho de ser adequada. O presente estudo tem por objetivo identificar os fatores influentes centrais, ou seja, as causas raiz da inadequação da carga de trabalho, através da análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento. A ferramenta utilizada na análise da revisão sistemática foi a Árvore da Realidade Atual, que demonstrou uma relação lógica de causa-efeito dos efeitos indesejáveis citados na literatura. Além de demonstrar a necessidade de analisar outros efeitos indesejáveis não visualizados anteriormente, possibilitando melhor compreensão do problema exposto, facilitando a abordagem na busca pela melhoria na saúde e segurança do trabalhador. Melhorias constantes precisam ser realizadas na área de saúde e segurança no trabalho, tendo a necessidade de identificar diferentes riscos, nos mais variados setores produtivos. A partir disto sugere-se novas pesquisas em diferentes áreas, com atuação prática.

Palavras-chave: Carga de trabalho, Métodos, Avaliação, Ferramentas, Ergonomia, Engenharia Humana, Análise, Processo de Pensamento.

3.1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores importantes na influência sobre acidentes, desempenho humano e atenção do trabalhador é a carga de trabalho (CT) (GREGORIADES *et al.*, 2010). A CT é caracterizada por definições multifacetadas e divergentes (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006; GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008) e provoca implicações negativas para a saúde, tais como: ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio, abuso de drogas, o absenteísmo, o assédio moral no trabalho e o baixo engajamento de trabalho (PANARI *et al.*, 2012), que por sua vez, desenvolvem um grande comprometimento financeiro nas organizações (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Logo, há a preocupação de como ajustar tal parâmetro, evitando conseqüentemente os acontecimentos indesejáveis, uma vez que a carga de trabalho pode ser ajustada (GUSSO *et al.*, 2012), através de outras alternativas que auxiliem na promoção da saúde e segurança do trabalhador.

Dentre as alternativas encontradas na literatura para redução da CT, verificou-se como opção a redução da exposição física através da intervenção ergonômica, o aumento físico da capacidade do trabalhador através de treinamento de força (SUNDSTRUP *et al.*, 2013), a ergonomia participativa (DRIESSEN *et al.*, 2011) e a automação; mesmo esta última sendo contraditória, uma vez que ao reduzir a carga de trabalho, aumenta o volume de produção não-estruturando a condição de trabalho (KERNS, 2001).

Para realizar ajustes, necessita-se saber o que ajustar, atingindo assim a meta de toda organização que é “Ganhar dinheiro hoje e no futuro” (GOLDRATT, COX, 2002). Neste estudo a meta é a adequação da carga de trabalho, com intuito de auxiliar na saúde e segurança do trabalhador, influenciando diretamente sobre a confiabilidade de sistemas sócio-técnicos complexos (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008), e sua interferência direta na economia empresarial (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Partindo da ideia de que uma restrição é qualquer coisa que limite um sistema de atingir sua meta (GOLDRATT, 1990), para realizar um ajuste eficiente deve-se identificar a restrição, ou seja, os fatores influentes centrais que impedem a carga de trabalho de ser adequada.

No processo de identificação desta restrição, pode-se utilizar as ferramentas do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, que visam identificar o problema através do conhecimento da sua causa e seu efeito (LACERDA *et al.*, 2011). Esta lógica busca compreender por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995), levando a ideia de que identificando os problemas centrais dentre os fatores

influentes na carga de trabalho, conseqüentemente torna mais eficiente a abordagem para seu ajuste, evitando assim as conseqüências de sua inadequação. O presente estudo tem por objetivo identificar os fatores influentes centrais, ou seja, causas raiz, da inadequação da carga de trabalho através da análise de uma revisão sistemática na literatura sob a ótica do Processo de Pensamento.

3.2 MÉTODOS DA PESQUISA

Faz parte do presente estudo uma revisão sistemática de literatura exploratória que tem por objetivo identificar, selecionar e incluir os principais estudos empíricos relacionados à Carga de Trabalho. A revisão sistemática tenta agrupar todas evidências empíricas relacionadas ao assunto solicitado, seguindo critérios pré-especificados na seleção de estudos, com intuito de responder a uma questão específica, com a utilização de métodos que minimizem o viés do estudo, oferecendo maior confiabilidade nos resultados obtidos. Para seleção dos artigos foram considerados estudos com objetivos claros, seguindo critérios pré-definidos, metodologia explícita possível de reprodução e síntese dos resultados de boa qualidade (HIGGINS, GREEN, 2011). Esta revisão sistemática foi realizada seguindo as seguintes etapas: 1) Planejamento; 2) Condução da revisão; 3) Apresentação dos resultados; 4) Análise dos resultados através do Processo de Pensamento.

3.2.1 Planejamento

A etapa inicial deste estudo partiu da leitura prévia de artigos sobre carga de trabalho, permitindo identificar a dificuldade de encontrar revisões sistemáticas no tema. Auxiliou também na definição das palavras a serem selecionadas para a busca de dados, e na definição das bases de pesquisa de dados mais relevantes, sendo neste caso a *PubMed*, *EBSCO* e *Scopus*. Em caso de indisponibilidade de acesso a este material por estas bases de dados, os artigos encontrados foram encaminhados ao à Comunicação Bibliográfica (Comut) para o acesso ser disponibilizado.

O primeiro aspecto definido para a presente pesquisa foi a definição do problema, através da leitura de artigos pré-selecionados e de informações levantadas com *experts* da área de Ergonomia (profissionais com especialização no assunto), seguindo o protocolo de revisão com base em *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, a partir disso, levantaram-se as seguintes questões:

1. Quais fatores aparecem como os principais para definirem a Carga de Trabalho na literatura?
2. Quais os fatores são apontados como influentes e consequentes na inadequação da Carga de Trabalho?

As palavras-chave utilizadas foram: *Human Factors, Ergonomics, Workload, Tools, Tool, Method*, Analysis, Assessment, Evaluation*, nos títulos e resumos dos artigos da *PubMed* e *Scopus*. Já no mecanismo *EBSCO* que não possuía esta opção para seleção, foi realizada a busca com estas palavras-chave, mas presentes ao longo de todo texto. O algoritmo utilizado foi ((**human factors OR ergonomics**) AND (**workload**) AND (**tools OR tool**) AND (**method* OR analysis**) AND (**assessment OR evaluation**)).

Os artigos foram pesquisados a partir de bases de dados *online*. Todos os artigos resultantes da busca foram catalogados em planilhas *Excel*, contendo informações sobre abordagem ou não referente ao assunto específico, se possui acesso disponível (sem custo) e eliminando materiais duplicados (constantes em outros mecanismos de busca).

A pesquisa foi realizada no período de agosto a novembro de 2013. A fase de planejamento realizada entre os meses de agosto e setembro; a de pesquisa e levantamento de estudos no período de setembro, outubro e novembro; a de análise e síntese dos resultados nos períodos de novembro e dezembro.

3.2.2 Conduta da revisão

A pesquisa foi realizada conforme os procedimentos de busca definidos no planejamento da revisão, selecionando apenas artigos, sendo um critério de exclusão materiais como livros e outros tipos de documentos, que não artigos. O critério de inclusão foi abordar a carga de trabalho, respondendo total ou parcialmente no mínimo uma das questões expostas, resultando inicialmente em 291 artigos publicados no período de 1976 a 2013. Foram realizados quatro filtros para a seleção dos artigos. No primeiro filtro foi realizada uma análise inicial com base nos títulos e resumos dos artigos, na qual foram selecionados 139 artigos. Portanto, foram excluídos 152 estudos, 141 por não abordarem o assunto do estudo em questão, 10 por serem duplicados e um por não ser formato de artigo. Estes 139 artigos passaram pelo segundo filtro (leitura da Introdução e Conclusão), excluindo também os artigos que não eram escritos na língua inglesa, sendo selecionados 90 artigos para o terceiro filtro. No terceiro filtro foram selecionados apenas os artigos empíricos, tendo como resultado desta seleção 60 artigos para o quarto e último filtro que foi a

realização da leitura integral, obtendo-se mais 25 exclusões por não abordarem o assunto, mas apenas o citarem, sendo então escolhidos 35 artigos para esta revisão sistemática.

A sequência lógica dos procedimentos de busca, assim como os resultados encontrados são apresentados na Tabela 3. Entre os artigos incluídos, houve uma subdivisão em cinco grupos: 1) CT com abordagem não específica; 2) abordagem cognitiva; 3) abordagem biomecânica; 4) abordagem fisiológica; e 5) abordagem mista (referindo-se a estudos com mais de uma abordagem), e as questões impostas neste estudo foram respondidas de acordo com cada abordagem apresentada.

Tabela 3: Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.

Mecanismos utilizados na busca	Resultado da busca até outubro de 2013	Análise de títulos e resumos	Leitura da introdução e conclusão	Seleção de apenas estudos empíricos para leitura integral	Após leitura integral
EBSCO	34	29	25	15	8
PUBMED	14	7	3	3	3
SCOPUS	243	103	62	42	24

3.2.3 Apresentação dos resultados

Para iniciar foi identificado o ano de publicação dos artigos, o periódico de origem, os autores envolvidos em cada estudo, o título e objetivo de cada estudo. Posteriormente, foi realizado o preenchimento de uma tabela com as seguintes divisões: Conceito Carga de Trabalho Geral, Abordagem Cognitiva na Carga de Trabalho, Abordagem Biomecânica na Carga de Trabalho, Abordagem Fisiológica na Carga de Trabalho, Abordagem Mista da Carga de Trabalho (se referindo a estudos com mais de uma abordagem), para através destas divisões responder a primeira questão imposta neste artigo. Conjuntamente a isto criou-se uma subdivisão contendo as seguintes informações: fatores influentes da Carga de Trabalho e impacto deste no trabalhador, respondendo a segunda questão.

Estes resultados foram sendo levantados paralelamente à leitura dos artigos. Sempre que os fatores da leitura eram considerados relevantes ao estudo em questão, eles eram

registrados em um arquivo de anotações e em tabelas *Excel*. Nelas foram descritos os dados relevantes de cada um dos estudos e os resultados encontrados. Ao final da leitura de todos os artigos os dados levantados foram analisados.

3.2.4 Análise dos resultados através do Processo do Pensamento

Através desta revisão sistemática chegou-se à identificação dos fatores influentes na carga de trabalho. Na etapa da análise dos dados foi utilizado o princípio da Teoria das Restrições (TOC), através de uma ferramenta do Processo de Pensamento (PP), responsável por definir os problemas centrais em um sistema específico. A ferramenta utilizada para este objetivo foi a Árvore da Realidade Atual (ARA), buscando responder a pergunta: ‘O que mudar?’. A ARA é um diagrama que, através de conexões de causa e efeito, interliga todos os sintomas do sistema, permitindo encontrar a restrição (WANDERLEY E COGAN, 2012). Para construir esse diagrama foram seguidas as diretrizes de Cox e Spencer (2002) como apresentado na Figura 8.

A elaboração da ARA neste estudo seguiu também a afirmação de Noreen, Smith e Mackey (1996), a qual salienta que a ARA deve ser construída de maneira *top-down*. Entretanto, deve ser lida e compreendida de forma *botton-up*, desta forma é possível estabelecer sistematicamente e rapidamente os problemas raiz de uma atividade genérica.

Considera-se que a diretriz 1 foi respondida pela revisão sistemática, sendo que cada item citado pelo autor equivale a um efeito indesejável inicial, realizando assim uma lista inicial de efeitos indesejáveis (EI). Os fatores repetidos foram considerados apenas uma vez e outros fatores, por serem similares, foram unificados.

<i>Diretriz</i>	
1	Liste 5 a 10 problemas chamados Efeitos Indesejáveis (EI) relacionados com a situação.
2	Teste a clareza de cada EI. O EI é uma afirmação clara e concisa? (ressalva de clareza).
3	Procure alguma relação causal entre quaisquer dos EI.
4	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se causa, Então efeito” (ressalva de causalidade). Ocasionalmente a causa e o efeito podem ser revertidos. Avalie utilizando a seguinte afirmação: “Efeito” PORQUE “Causa”.
5	Continue o processo de conexão dos EI utilizando a lógica SE-ENTÃO até que todos os EI estejam conectados.
6	Frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros. Nessas circunstâncias, a ‘clareza’ é o problema. Utilize a ressalva de clareza para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito.

7	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a ressalva de insuficiência de causa e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE causa E ___ ENTÃO”. Esse “E” conceitual é representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas.
8	Algumas vezes, o efeito é causado por muitas causas independentes. As relações são fortalecidas pela ressalva de causa adicional.
9	Algumas vezes, um relacionamento SE-ENTÃO parece lógico, mas a causalidade não é apropriada da maneira como está escrita ou verbalizada. Nestas circunstâncias palavras como ‘alguns’, ‘poucos’, ‘muitos’, ‘frequentemente’, ‘algumas vezes’ e outros modificadores podem fazer a causalidade se torne mais forte.
10	A numeração dos EI na ARA serve apenas para facilitar a localização das mesmas. Um asterisco no EI indica que este faz parte da lista original.

Figura 8: Diretrizes para construção da ARA

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002)

Todas as outras diretrizes foram realizadas por dois experts em ergonomia (profissionais com especialização no assunto) através de reuniões. O teste de clareza (diretriz 2), a busca pelas relações entre os EI encontrados (diretriz 3) e a ressalva de causalidade (diretriz 4) foram realizadas na primeira reunião. Na segunda reunião, o material já realizado foi retomado, e então realizou-se a leitura da ARA de forma “se...então...” (diretriz 5). Como frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros, pela falta de entidades entre a causa e o efeito, realizou-se também a ressalva de clareza, acrescentando entidades quando necessário (diretriz 6). Como a diretriz 7 afirma, algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito, e para isso deve-se ler os EI da seguinte forma: “SE causa E ___ ENTÃO”. Em uma terceira reunião, após o término destas diretrizes anteriores, a ARA foi retomada, aferindo sua causa e efeito, realizando a ressalva da causa adicional (diretriz 8), o acréscimo de modificadores que tornaram a causalidade mais forte (diretriz 9) e foram aplicados asteriscos nos EI que fazem parte da lista original (diretriz 10). Quando a ARA estava completa, foi solicitada a avaliação de um expert em TOC e PP (profissionais com especialização no assunto), validando assim a ARA.

Na ARA são apresentados os EI sob domínio da organização, podendo portanto ser modificados, mas também podem demonstra-se os EI chamados fatos da vida, que se referem a fatores existentes na realidade da população em questão que agravam o conflito central, mas não são manipuláveis pela organização (SHOEMAKER, REID, 2005).

3.3 RESULTADOS

Na definição de CT apresentam-se algumas divergências, já percebidas por Gregoriades e Sutcliffe (2008), quando comentam que a literatura apresenta diferentes facetas e definições sobre carga de trabalho. Estas flutuam desde os estados fisiológicos de stress e esforço, até as experiências subjetivas de stress, esforço mental, incluindo medidas objetivas de níveis de desempenho.

3.3.1 Conceitos de carga de trabalho

Segundo Parsons *et al.* (2012), CT é uma construção abstrata que quantifica a resposta individual às demandas de uma tarefa ou conjunto de tarefas. Similar à Stoll *et al.* (2007), onde CT é qualquer esforço fisiológico resultante de reações. Também seguindo a idéia de Boer (1997) quando CT é definida como os recursos humanos que um operador irá precisar ao executar uma tarefa de um sistema. Enquanto a CT pode ser também definida como a demanda colocada sobre as pessoas em termos de resposta comportamental para eventos, comunicação e interações entre seres humanos e tecnologia (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006; GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008; GREGORIADES *et al.* 2010). Divergindo das afirmações de Balch *et al.* (2010), Johnson e Smith (2008) definem CT como algo relativo a horas trabalhadas.

Quando se refere a conceitos específicos, percebeu-se que havia definição de conceitos específicos apenas para a abordagem cognitiva, embora também diversificada. De acordo com Pauzie (2008), CT cognitiva é a interação entre a estrutura, sistemas e tarefas, por um lado, e capacidade, motivação e estado do operador por outro lado. Gentzler e Smither (2012) corroboram com este resultado quando comentam que a CT cognitiva refere-se ao grau ou percentagem da capacidade de processamento da informação que o operador dispõe, em determinada atividade exigida pelo sistema. Enquanto isso, Stasi, Antolí e Cañas (2011) descrevem como sendo o custo mental que o operador obtém ao realizar as exigências das tarefas executadas. Similar a Schuck (1996), pois este afirma que CT cognitiva se refere a demanda de atenção do operador. Todavia, Edvardsson *et al.* (2008) consideram que esta definição refere-se ao ritmo, intensidade e competências exigidas para ser capaz de realizar o trabalho, podendo utilizar da criatividade, repetitividade e liberdade para decidir o que fazer e quando fazer.

Coderre (2010) subdivide a CT cognitiva em carga intrínseca, carga cognitiva não pertinente e carga cognitiva pertinente. A primeira causada pela complexidade da própria

tarefa, logo, é modificável, passível de redução. Já a segunda é prejudicial na aprendizagem e pode ser alterada por intervenções de instrução interna. Enquanto a terceira é até desejável, pois beneficia a aprendizagem.

3.3.2 Fatores influentes

Os fatores influentes são citados na literatura como prejudiciais referindo-se à carga de trabalho. Portanto, devem ser identificados e minimizados objetivando benefício mútuo, uma vez que a carga de trabalho é um importante fator de influência sobre os acidentes além de estar diretamente relacionada com a atenção e desempenho humano do trabalhador (GREGORIADES *et al.*, 2010). No presente estudo, foram encontrados 17 autores, ou seja 48,6% do total, que não possuem conteúdo sobre fatores influentes, restando 18 estudos, ou seja 51,4% do total, com diferentes fatores influentes detectados. Dos fatores encontrados, o estudo de Daniels *et al.* (2005) foi o único a dividir estes em diferentes categorias, sendo elas: individuais, psicossociais, comportamento de saúde, trabalho organizacional e fatores ergonômicos físicos. Neste estudo optou-se por dividi-los em apenas duas categorias, onde os fatores individuais são exclusivamente referentes a individualidade do trabalhador enquanto os fatores externos referem-se à carga de trabalho externa imposta ao trabalhador como podemos observar na Figura 9. Os fatores individuais não estão presentes na ARA, uma vez que se a seleção do trabalho específico e seu trabalhador for corretamente realizada, todos os fatores individuais são eliminados.

Autor	Fatores externos	Fatores individuais
Balch <i>et al.</i> (2010)	Altas horas de trabalho.	-
Cho e Hwang e Cherng (2012)	Horas de trabalho, movimentos repetitivos, esforços vigorosos, vibração, compressão mecânica, posturas mantidas, alta aflição psicológica.	-
Daniels <i>et al.</i> (2005)	Insatisfação no trabalho, ausência de apoio social, exigências do trabalho, ritmo, frequência de movimentos como flexão, torção de coluna, levantar e sentar.	Idade, sexo, Índice de Massa Corporal, educação, exercício, aptidão física, tabagismo.
Driessen <i>et al.</i> (2011)	Horas de trabalho por semana, forças, cargas dinâmicas, cargas estáticas, cargas repetitivas, fatores climáticos, vibração, fatores ambientais ergonômicos, ortostatismo, deambulação, sedestação e posturas desconfortáveis.	Sexo, idade, nível de escolaridade.
Edvardsson <i>et al.</i> (2008)	Tensão no trabalho.	-
Gascón <i>et al.</i> (2013)	Exigências excessivas.	-
Gregoriades e Sutcliffe (2008)	Períodos de baixa atividade seguidos por períodos alta atividade, ou seja sub/sobre-estimulação.	-
Gregoriades <i>et al.</i> (2010)	Excesso de informações e estímulos simultâneos.	-
Gusso <i>et al.</i> (2012)	Intensidade da atividade.	-
Johnson e Smith (2008)	Quantidade da demanda.	-
Lodina e Forsmana e Richter (2012)	Fixação visual.	-
Pauzie (2008)	Esforço de atenção e estresse situacional.	-
Rovira e McGarry e Parasuraman (2007)	Rítmo elevado de trabalho.	-
Salonen <i>et al.</i> (2003)	-	Envelhecimento humano.
Sauer <i>et al.</i> (2002)	Altas horas de trabalho.	-
Seidler <i>et al.</i> (2001)	Flexão de Coluna.	-
Tran e Johnson (2010)	Sala barulhenta, estoques excessivos, não disposição de pessoas suficiente para o trabalho.	-
Whitmore <i>et al.</i> (2000)	Altas horas de trabalho	-

Figura 9: Fatores estressores da carga de trabalho

3.3.3 Consequências referentes à carga de trabalho

Como afirma Daniel *et al.* (2005) os fatores influentes na carga de trabalho desempenham um importante papel nas consequências referentes a esta e seus agravamentos. Quando se refere às consequências que os fatores influentes podem causar na carga de trabalho, e então influenciar no ser humano, foram encontrados 12 estudos (34%) que não possuem informação relacionadas, mas a grande maioria somando um total de 23 estudos (66%) possuem informações que demonstram o prejuízo. Dentre estes prejuízos encontramos diminuição do desempenho, fadiga, aumento dos erros, Síndrome de Burnout, desequilíbrio na vida profissional, incapacidade para o trabalho, dores musculoesqueléticas (BOER, 1997; CODERRE *et al.*, 2010; GENTZLER, SMITHER, 2012; GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2006; PANARI *et al.*, 2012; PHILLIPS,SEN,MCNAMEE, 2008; STASI,ANTOLÍ, CAÑAS,2011; SUNDSTRUP *et al.*, 2013).

Uma vez constatado o efeito negativo desta carga de trabalho na saúde do trabalhador e o fato de saber que a CT possui capacidade de ajuste (GUSSO *et al.*,2012), buscou-se então alternativas para a redução da carga de trabalho. Então, para esta alteração, buscou-se identificar os fatores centrais que impulsionam esta carga de trabalho de forma negativa através do desenvolvimento da ARA para que, posteriormente, os efeitos indesejáveis sejam trabalhados com intuito de amenizar tais prejuízos na saúde e segurança do trabalhador.

3.3.4 Árvore da Realidade Atual (ARA)

Com o desenvolvimento da ARA, respondeu-se a primeira pergunta da Teoria das Restrições que é: “O que mudar?”. Para realizá-la seguiram-se as diretrizes (COX, SPENCER, 2002) sobre os fatores externos influentes na carga de trabalho resultantes da revisão sistemática, uma vez que se considera a classificação dos fatores individuais como fatos da vida (SHOEMAKER, REID, 2005). Na primeira diretriz, somando e agrupando os EI citados pelos autores, foram totalizados 32 EI totais que estão citados com representatividade do atual estudo na Figura 10:

Efeito indesejado	Representatividade
Altas horas de trabalho	Horas extras (HAYASHI, <i>et al.</i> 1996; UCHIDA, KANEKO, KAWA, 2014).
Movimentos repetitivos	Ações de seqüências que se repetem, tendo tempo de ciclo de curta duração (COLOMBINI, 1998).
Esforços vigorosos	Atividades que provoquem o consumo de 64 à 90% do consumo máximo de oxigênio, ou que levem a taxa cardíaca máxima de 77 a 95%, ou ainda uma percepção subjetiva de esforço de um pouco difícil a muito difícil (GIST, FREESE, CURETON, 2014).
Vibração	Exposição do trabalhador a vibração (KÅSIN, MANSFIELD, WAGSTAFF, 2011).
Compressão mecânica	Compressão mecânica de forma excessiva imposta na articulação que induza ao stress articular (MADEJ, W. <i>et al.</i> , 2014).
Posturas mantidas	Permanecer na mesma postura de forma contínua durante o trabalho (MATSUSHITA, KUWAHARA, MORIMOTO, 2014).
Alta aflição psicológica	Aquela que gera angústia (CHO, HWANG, CHERNG, 2012).
Satisfação no trabalho	Sensação de bem estar com a realização do trabalho (MATHIEU <i>et al.</i> , 2014).
Ausência de apoio social	Percepção dos indivíduos acerca da existência e disponibilidade do apoio social no trabalho e da qualidade do relacionamento interpessoal com a chefia e com os colegas (TAMAYO, TRÓCCOLI, 2002)
Ritmo	Ritmo em que o trabalhador realiza sua atividade, podendo ser ditado pelo indivíduo ou por máquinas (KRAAN <i>et al.</i> , 2014).
Frequência de movimentos de flexão e torção da coluna	Frequência de movimentos da coluna para frente (SEIDLER <i>et al.</i> , 2001) e girando em seu eixo.
Frequência do levantar e sentar	Frequência com que o trabalhador senta-se e levanta-se no decorrer do horário de trabalho.
Forças	Forças aplicadas que exigem constante esforço do mesmo grupo muscular.
Cargas dinâmicas	Cargas que exigem a contração muscular com alteração do comprimento muscular, ou seja contrações concêntricas e excêntricas (HOLLANDER <i>et al.</i> , 2011).
Cargas estáticas	Cargas que exigem a contração muscular prolongada de uma mesma região do corpo do trabalhador, sem alteração do comprimento muscular (MALMSTRÖM, E. <i>et al.</i> , 2010).
Fatores climáticos	Fatores relacionados ao clima que o trabalhador enfrenta no decorrer do horário de trabalho (LUO <i>et al.</i> , 2014).

Fatores ambientais ergonômicos	Fatores relacionados ao clima somados ao ambiente em que o trabalhador atua, podendo ter influência de por exemplo aumento da temperatura devido à utilização de determinada ferramenta (LUO <i>et al.</i> , 2014).
Estar em pé	Permanência por longo período de tempo em pé no decorrer do horário de trabalho.
Andar	Permanência por longo período de tempo andando no decorrer do horário de trabalho.
Posturas desconfortáveis	Más posturas adotadas frequentemente, e por um longo período de tempo que gerem desconforto (CORLETT, MANENICA, 1980).
Tensão no trabalho	Altas demandas de trabalho com baixo controle e de apoio (EDVARDSSON <i>et al.</i> , 2008).
Exigências excessivas	Sobre carga de trabalho que interfere na sua capacidade de recuperação de energia (BALCH <i>et al.</i> , 2010).
Sub-ou sobre-estimulação	Períodos de baixa atividade e períodos alta atividade (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008).
Excesso de informações	Condição em que a demanda de informações excede os recursos disponíveis para atendê-la (GREGORIADES <i>et al.</i> , 2010).
Intensidade da atividade	Forma pela qual se obtém diferentes respostas fisiológicas, sendo que quanto maior a intensidade maior a resposta fisiológica (GUSSO <i>et al.</i> , 2012; BRUN, 1992).
Quantidade da demanda	Quantidade de um bem ou serviço solicitado (JOHNSON e SMITH, 2008).
Fixação visual	Fixação da visual na realização do trabalho ao ponto de desenvolver um desconforto visual (ROBERTSON, CIRIELLO, GARABET, 2013).
Esforço de atenção	É o processamento na alocação de recursos para a mobilização de recursos adicionais como o processo compensatório em determinada tarefa (PAUZIE, 2008).
Estresse situacional	Estresse provocado pela situação em que o trabalhador se encontra.
Sala barulhenta	Sala que apresenta ruídos desconfortáveis ao ouvido humano.
Estoques excessivos	Estoques acima do necessário (LEE <i>et al.</i> , 2014).
Não disposição de pessoas suficiente para o trabalho	Não disposição de pessoas suficientes para realizar o trabalho.

Figura 10: Representatividade dos EI

O efeito indesejável de sub ou sobre estimulação foram separados, ou seja, foram identificados 33 EI na revisão sistemática. A partir desta identificação realizou-se as diretrizes 2, 3, 4, 5. Na diretriz 6 houve a necessidade de acréscimo de 25 EI para que a clareza de causa efeito fosse realizada e utilizou-se a diretriz 7 por 12 vezes devido à ressalva da insuficiência.

Seguindo pela realização da diretriz 8, 9 e 10, realizou-se as ressalvas de causa adicional, além de que acrescentaram-se modificadores fortalecendo a causalidade quando necessário, e por fim, numeraram-se os EI. Na validação da ARA o expert em TOC e PP fez algumas sugestões de alteração que totalizaram em 7 sugestões. Essas foram discutidas entre os participantes deste estudo, chegando à conclusão unânime da necessidade de realizar todas as 7 alterações, que em sua maioria foram com relação ao acréscimo de modificadores e ressalvas de causa adicional até então não identificadas. Assim, finalizou-se a elaboração da ARA, destacando a identificação de um ramo biomecânico (Figura 11), um ramo cognitivo (Figura 12) e por fim a união dos ramos (Figura 13).

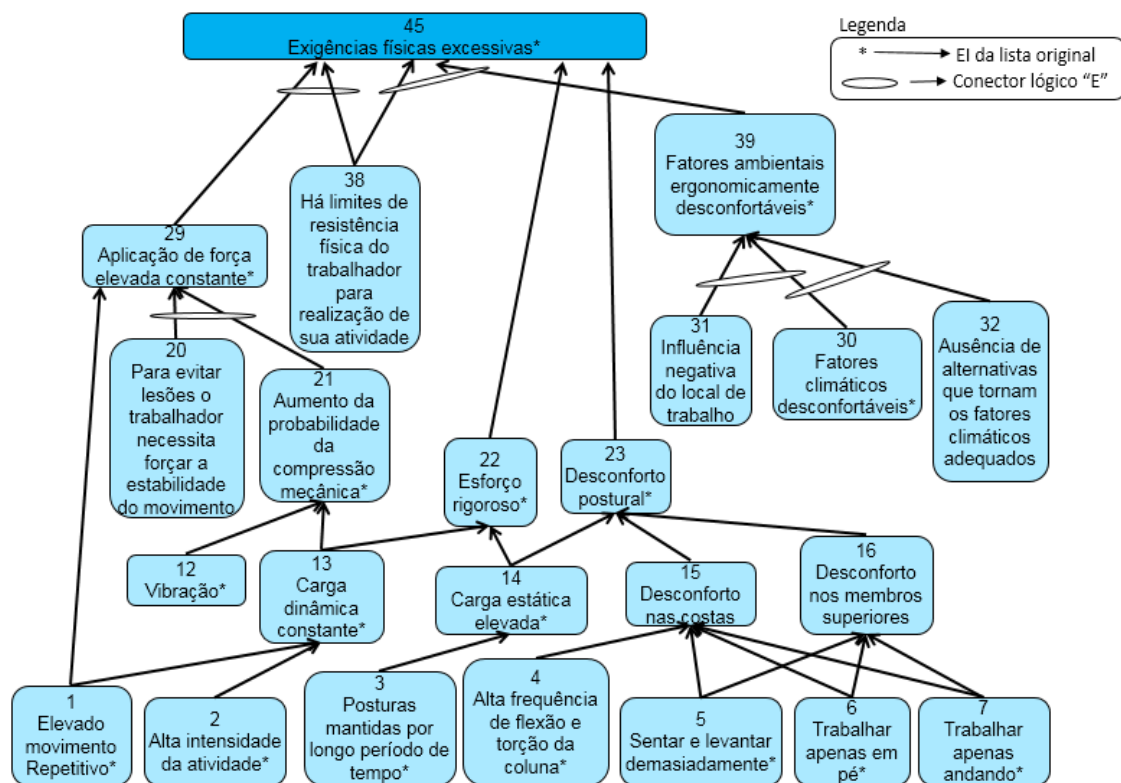


Figura 11: ARA -Ramo biomecânico

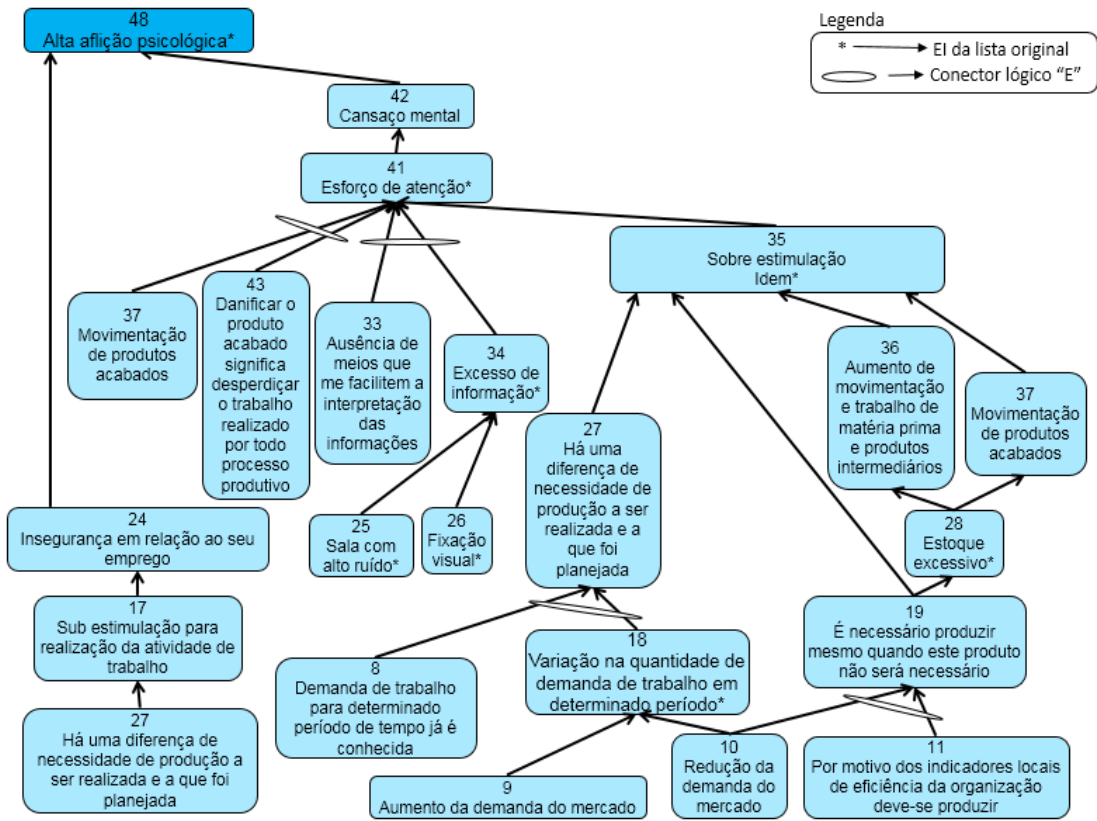


Figura 12: ARA - Ramo cognitivo

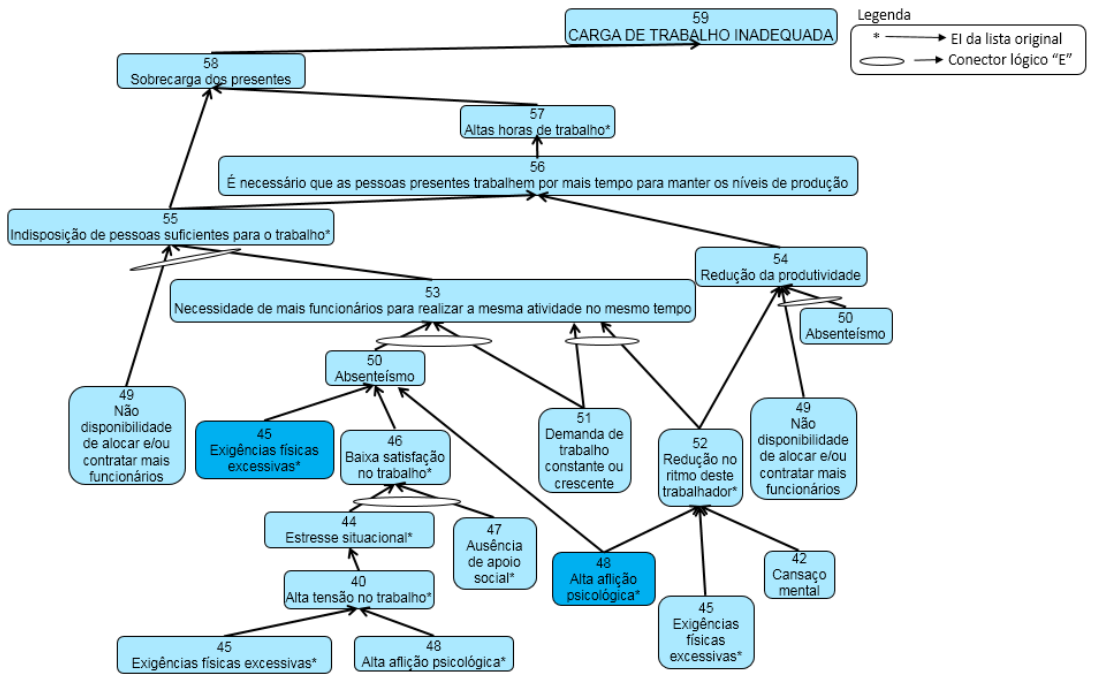


Figura 13: ARA – União do ramo biomecânico com o ramo cognitivo

Como observa-se na ARA, os EI centrais, responsáveis pela origem da carga de trabalho inadequada, ficam na base da árvore, ou seja, elevado movimento repetitivo, alta intensidade da atividade, posturas mantidas por longo período de tempo, alta frequência de flexão e torção da coluna, sentar e levantar demasiadamente, trabalhar apenas em pé, trabalhar apenas sentado, aumento da demanda de mercado redução da demanda do mercado, por motivo dos indicadores locais de eficiência da organização deve-se produzir, há limites de resistência física do trabalhador para realização de sua atividade, vibração, fatores climáticos desconfortáveis, influência negativa do local de trabalho, ausência de alternativas que tornam os fatores climáticos confortáveis, fixação visual, sala com alto ruído, movimentação de produtos acabados, ausência de meios que facilitem a interpretação das informações, danificar o produto acabado significa desperdiçar o trabalho realizado por todo processo produtivo, demanda de trabalho para determinado período de tempo já é conhecido. Segundo a Teoria das Restrições e outras teorias, combatendo a causa elimina-se a consequência. Logo, combatendo os EI identificados, elimina-se a carga de trabalho inadequada.

3.4 DISCUSSÃO

A literatura não tem se mostrado produtiva na identificação de métodos que buscam ajudar os empregadores a cumprir o seu dever no que diz respeito a sua obrigação de proteger a saúde psicológica de seu trabalhador (IDRIS *et al.*, 2012). Logo, certas exigências prevalecem, tanto as determinadas pela função no trabalho, quanto pelo meio ambiente em que se opera. Estas têm sido associadas com a falta de saúde e a falta de segurança (GRAU *et al.*, 2012), elevando a carga de trabalho e a exigência emocional, facilitando por sua vez o surgimento da depressão (IDRIS *et al.*, 2012) e síndrome de burnout (JAMES *et al.* 2013).

Além dos aspectos psicológicos, foram encontrados os aspectos físicos, mais frequentemente demonstrados através dos distúrbios musculoesqueléticos (GRAU *et al.*, 2012). Estes podem atingir a saúde do trabalhador e sua capacidade para o trabalho, impondo um grande ônus socioeconômico, devido à ampla utilização dos cuidados e serviços de saúde, pensão de invalidez e perda de produtividade (SUNDSTRUP *et al.*, 2013). Contudo, trabalhadores subestimam o risco que correm expostos aos distúrbios

físicos, sem conhecimento real do que estes podem vir a causar em sua saúde (LARSSON *et al.* 2013).

Na maioria das organizações onde a proteção da saúde e segurança do trabalhador é um princípio, adota-se uma política formal que defende os valores corporativos, priorizando a segurança dos funcionários em relação a outros como as metas estratégicas e a rentabilidade. No entanto, a sustentabilidade organizacional depende da rentabilidade, e pelo fato de esta política ser tão formal, acompanha-se um atraso na implementação que resulta em pequeno ou nenhum efeito sobre as práticas diárias de segurança (ZOHAR, POLACHEK, 2014) e saúde.

A gestão está diretamente ligada ao comportamento de segurança de seus funcionários, uma vez que esse clima organizacional de segurança pode estar sendo influenciado por imperativos operacionais como por exemplo segurança versus produtividade (IDRIS *et al.*, 2012) e remuneração salarial de acordo com o produzido, e com isto, esses métodos tendem a gerar consequências tardias (GRAU *et al.*, 2012). Portanto, é importante trabalhar com os supervisores e gerentes para ajudá-los a identificar as causas raiz que provocam os efeitos prejudiciais à saúde, como a carga de trabalho inadequada, permitindo assim combatê-las, amenizando conseqüentemente o impacto financeiro causado pelo absenteísmo de origem do trabalho inadequado (IDRIS *et al.*, 2012), e a perda de produtividade (DOLLARD, TERNAN, 2011).

No entanto, para combater os problemas relacionados à saúde e segurança no trabalho, não basta apenas envolvimento de alta gestão, deve haver também o envolvimento e participação organizacional de todos os níveis hierárquicos da empresa, incluindo todas as partes interessadas, propiciando um engajamento e comprometimento para novos comportamentos, melhorando conseqüentemente, aprendizagem e desempenho da equipe (IDRIS *et al.*, 2012), afinal o comportamento seguro nos trabalhadores é resultado de um processo de influência social (GRAU *et al.*, 2012). Através desta abordagem, permite-se então, a construção de fortes políticas e práticas além de permitir a criação de procedimentos que propiciem o melhoramento do clima psicossocial de segurança no trabalho (IDRIS *et al.*, 2012). Este clima de segurança psicossocial refere-se a um clima de saúde psicológica e segurança, que reflete o equilíbrio de preocupação da gestão sobre a saúde psicológica versus produtividade (DOLLARD, TERNAN, 2011). O clima de segurança é um indicador chave de acidentes e/ou lesões e para prevenção de problemas

como estes um foco na causa central é requerido, ou seja, as causas das causas (IDRIS *et al.*, 2012; DOLLARD, TERNAN, 2011), justamente o elaborado neste estudo.

Ao aumentar a carga de trabalho, aumenta-se os níveis de estresse, os conflitos trabalho-família, as probabilidades de aderência em greves, aumento das taxas de rotatividade, além de influenciar no equilíbrio trabalho-vida, altera-se a satisfação com a vida destes trabalhadores e a capacidade de mantê-los em seus empregos. O aumento de rotatividade, além de gerar altos custos para a organização, gera problemas de coesão dos grupos, uma vez que os funcionários atuantes precisam realizar ainda mais horas extras por ausência de mão-de-obra (HART, WARREN, 2013), gerando mais preocupação, pois a frequência dos sintomas está associada positivamente com a densidade do tempo de trabalho, que se intensifica conforme o tempo aumenta (CARTER *et al.* 2013).

Considerando que a carga de trabalho pode ser ajustada (GUSSO *et al.*, 2012), buscam-se alternativas para sua adequação. Na literatura encontram-se a tradicional redução da exposição física através da intervenção ergonômica, além do aumento físico da capacidade do trabalhador através de treinamento de força (SUNDSTRUP *et al.*, 2013), e da automação. Embora esta última gere conflitos, por possuir efeitos controversos ao melhorar a situação de estresse ocupacional, melhorando as condições e eficiência do trabalho, reduz os erros através da organização do ambiente de trabalho, mas também é associada como sendo uma fonte geradora de novos estressores na relação humano-automatização, induzindo a frustração, além do aumento da pressão e da carga de trabalho (JAMES *et al.* 2013). Também cita-se a ergonomia participativa que é uma abordagem promissora para reduzir a carga de trabalho, tanto psicossocial e como física (DRIESSEN *et al.*, 2011). Observa-se que para todas as alternativas citadas deve-se primeiramente, identificar a causa principal da necessidade de mudança para obter uma melhor abordagem. Melhorias constantes precisam ser realizadas na área de saúde e segurança no trabalho, tendo a necessidade de identificar diferentes riscos, nos mais variados setores trabalhistas (GRAU *et al.*, 2012).

3.5 CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para apresentar de forma geral os enlaces da carga de trabalho, evidenciando sua lógica de causa e efeito, demonstrando também suas consequências para o trabalhador e a organização envolvida, através da análise de uma revisão sistemática. Desta forma, o objetivo deste estudo foi atingido, pois identificou-se os fatores influentes

centrais, ou seja, as causas centrais da inadequação da carga de trabalho através da análise de uma revisão sistemática utilizando ferramentas do Processo de Pensamento. Logo propiciou-se uma análise mais profunda sobre as relações gerais do problema, permitindo uma abordagem com maior conhecimento e visualização da causa e seu efeito, buscando as causas centrais.

Demonstrou-se então uma oportunidade de tornar a empresa mais competitiva no mercado de trabalho, uma vez que eliminando as causas raiz na origem da carga de trabalho inadequada, propicia-se que a organização aborde-as de forma mais adequada e, então, oportunize minimizar seus gastos referentes ao absenteísmo, rotatividade, problemas musculoesqueléticos e psicológicos relacionados à carga de trabalho inadequada. Também diminuindo as despesas da organização, aumentando lucro, facilitando assim atingir a meta organizacional, além de com esta correção propiciar a melhoria da saúde e segurança do trabalhador.

Foi optado pelo PP da TOC para análise deste estudo por motivos de que não há na literatura referente à carga de trabalho uma estruturação para análise de causa efeito, que, por sua vez permita identificar além dos EI citados na literatura, outros EI e suas relações ainda não visualizadas, também orientando pesquisas futuras na área. A construção da ARA tem por limitação a representação das tautologias e o fato de ser algo estático que poderia ser melhor tratado utilizando o pensamento sistêmico ou a dinâmica de sistemas. Contudo, com a ARA construída, permite-se um melhor entendimento do problema e suas causas, e posterior consequência de obter uma definição mais adequada do problema exposto. Também demonstra-se que o absenteísmo é um fator influente e também uma consequência da CT inadequada, ponto de limitação neste estudo pela ferramenta ser estática. A partir destas variáveis e utilizando o pensamento sistêmico, ou a dinâmica de sistemas, as relações tautológicas poderão ser adequadamente tratadas.

Tem-se por expectativa que novas pesquisas continuem a contribuir abordando a carga de trabalho inadequada, através de aplicações práticas deste método de análise, bem como outros que possam contribuir com o objetivo, esclarecendo ainda mais o impacto da carga de trabalho na saúde e segurança do trabalhador e nos custos de suas consequências para as organizações, além de transformar esses resultados qualitativos em quantitativos.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R. Análise comparativa de metodologias para análise, identificação e solução de problemas. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- BALCH, C. M. *et al.* Surgeon Distress as Calibrated by Hours Worked and Nights on Call. *American College of Surgeons*, v.211, n. 5, November 2010.
- BRUN, T. The assessment of total energy expenditure of female farmers under field conditions. *Journal of Biosocial Science*, V. 24, n. 3, p. 325 - 333, 1992.
- CARTER B., *et al.* 'Stressed out of my box': employee experience of lean working and occupational ill-health in clerical work in the UK public sector. *Work, employment and society*, p. 1-21, 2013.
- CHO, C. Y.; HWANG, Y. S.; CHERNG, R. J. Musculoskeletal symptoms and associated risk factors among office workers with high workload computer use. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 35, n.7, 2012.
- CODERRE, S. *et al.* Early use of magnetic endoscopic imaging by novice colonoscopists: Improved performance without increase in workload. *Canadian Journal of Gastroenterology*, v. 24, n. 12, December 2010.
- COLOMBINI, D. An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, V. 41, n. 9, p. 1261-1289, 1998.
- CORLETT, E.N., MANENICA, I. The effects and measurement of working postures. *Applied Ergonomics*, v.11, n.1, p. 7-16, 1980.
- COX, J.; SPENCER, M. S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DANIELS, C. *et al.* Self-Report Measure of Low Back-Related Biomechanical Exposures: Clinical Validation. *Journal of Occupational Rehabilitation*, v. 15, n. 2, June 2005.
- DRIESSEN, M. T. *et al.* Participatory ergonomics to reduce exposure to psychosocial and physical risk factors for low back pain and neck pain: results of a cluster randomised controlled trial. *Occupational and Environmental Medicine*, v.68, p.674-681, 2011.

EDVARDSSON, D. *et al.* Associations between the working characteristics of nursing staff and the prevalence of behavioral symptoms in people with dementia in residential care. *International Psychogeriatrics*, v. 20, n. 4, p. 764–776, 2008.

GASCÓN, S. *et al.* A factor confirmation and convergent validity of the “areas of worklife scale” (AWS) to Spanish translation. *Health and Quality of Life Outcomes*, v.11, n.63, 2013.

GENTZLER, M. D.; SMITHER, J. A. Using practical ergonomic evaluations in the restaurant industry to enhance safety and comfort: a case study. *Work*, v. 41, p. 5529-5531, 2012.

GIST, N. H.; FREESE, E. C.; CURETON, K. J. Comparison of responses to two high-intensity intermittent exercise protocols. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2014.

GOLDRATT, E.M, COX, J. *A Meta: Um processo de melhoria cont ua*. São Paulo: Nobel, 2002.

GOLDRATT, E.M. *What is thing called theory of constraints and how should it be implemented..* North River Press, New York, 1990.

GREGORIADES, A., SUTCLIFFE, A.G. Automated assistance for human factors analysis in complex systems. *Ergonomics*, v.49, n. 12-13, 2006.

GREGORIADES A.; SUTCLIFFE, A. Workload prediction for improved design and reliability of complex systems. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, p.530–549, 2008.

GREGORIADES, A. *et al.* Human-Centered Safety Analysis of Prospective Road Designs. *IEEE*, v. 40, n. 2, Mar 2010.

GUSSO, S. *et al.* Design and testing of an MRI-compatible cycle ergometer for non-invasive cardiac assessments during exercise. *BioMedical Engineering OnLine*, v.11, n13, 2012.

HAYASHI, T.M.D., *et al.* Effect of Overtime Work on 24-Hour Ambulatory Blood Pressure. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, v.38, n. 10, p. 1007-1011, 1996.

HIGGINS J.P.T.; GREEN, S. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Versão 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Disponível em www.cochrane-handbook.org. Acessado em 08 agosto de 2013

HOLLANDER, D. B. *et al.* Manipulation of Duration and Intensity on Muscle Activation and Perception of Effort in an Eccentric and Concentric Bench Press Movement. *Journal of Strength & Conditioning*, v. 25, 2011.

IDRIS, N.M. *et al.*. In vivo photodynamic therapy using upconversion nanoparticles as remote-controlled nanotransducers. *Nature Medicine*, v. 18, p. 1580-1585, 2012.

JOHNSON, C.; SMITH, E. C. A Mid-Term Terminal Concept of Operations: Evaluation and Evolution Analysis. IEEE, 2008.

KÅSIN, J. I., MANSFIELD, N., WAGSTAFF, A. Whole body vibration in helicopters: risk assessment in relation to low back pain. *Aviation, space, and environmental medicine*, v. 82, n. 8, p. 790-6, 2011.

KERNS, K. An Experimental Approach to Measuring the Effects of a Controller Conflict Probe in a Free Routing Environment. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, v. 2, n. 2, June 2001.

KRAAN, K. *et al.* Computers and types of control in relation to work stress and learning. *Behaviour & Information Technology*, 2014.

LACERDA, D.P., *et al.* Avaliação da sinergia entre a engenharia de processos e o processo de pensamento da teoria das restrições. *Revista Produção*, v.21, n.2, p.298-300, 2011.

LEE, S. *et al.* The green bullwhip effect: Transferring environmental requirements along a supply chain. *International Journal of Production Economics*, V. 156, P. 39–51, 2014.

LODINA, C.; FORSMANA, M.; RICHTER, H. Eye- and neck/shoulder-discomfort during visually demanding experimental near work. *Work*, v. 41,p. 3388-3392, 2012.

LUO, H. *et al.* Exposure to ambient heat and urolithiasis among outdoor workers in Guangzhou, China. *Science of the Total Environment*, v. 472, p. 1130–1136, 2014.

MADEJ, W. *et al.* Physiological and excessive mechanical compression of articular cartilage activates Smad2/3P signaling. *Osteoarthritis and Cartilage*, v. 22, n. 7, p. 1018–1025, 2014.

MALMSTRÖM, E. *et al.* Influence of prolonged unilateral cervical muscle contraction on head repositioning – Decreased overshoot after a 5-min static muscle contraction task. *Manual Therapy*, V. 15, n. 3, p. 229–234, 2010.

MATHIEU, C. *et al.* A dark side of leadership: Corporate psychopathy and its influence on employee well-being and job satisfaction. *Personality and Individual Differences*, V. 59, P. 83–88, 2014.

MATSUSHITA, Y., KUWAHARA, N., MORIMOTO, K. Relationship between Comfortable Feelings and Distribution of Seat Pressure in Sustaining a Sitting Posture for a Long Time. *Communications in Computer and Information Science*, V. 435, p. 473-478, 2014.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial. São Paulo: Educator Editora, 1996.

PANARI, C. *et al.* Assessing and improving health in the workplace: an integration of subjective and objective measures with the Stress Assessment and Research Toolkit. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2012.

PAUZIE, A. A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI). *IET Intelligent Transport Systems*, v. 2, n. 4, p. 315–322, 2008.

PHILLIPS, S. J.; SEN, D.; MCNAMEE, R. Risk factors for work-related stress and health in head teachers. *Occupational Medicine*, v. 58, p. 584–586, 2008.

ROBERTSON, M.M., CIRIELLO, V.M, GARABET, A.M. Office ergonomics training and a sit-stand workstation: Effects on musculoskeletal and visual symptoms and performance of office workers. *Applied Ergonomics*, V. 44, N. 1, P. 73–85, 2013.

ROVIRA, E.; MCGARRY, K.; PARASURAMAN, R. Effects of Imperfect Automation on Decision Making in a Simulated Command and Control Task. *Human Factors*, v.49, n.1, February 2007.

SALONEN, P. *et al.* Factors associated with premature departure from working life among ageing food industry employee. *Occupational Medicine*, v. 53, p.65–68, 2003.

SEIDLER, A. *et al.* The role of cumulative physical work load in lumbar spine disease: risk factors for lumbar osteochondrosis and spondylosis associated with chronic complaints. *Occupational and Environmental Medicine*, v. 58, p.735–746, 2001.

SHOEMAKER, T. E., REID, R. A. Applying the TOC Thinking Process: A case study in the government sector. *Human Systems Management*, vol. 24, p.21–37, 2005.

STASIL, L. D.; ANTOLÍ, A.; CAÑAS, J. J. Main sequence: An index for detecting mental workload variation in complex tasks. *Applied Ergonomics*, v.42, p. 807-813, 2011.

STOLL, R. *et al.* System for Flexible Field Measurement of Physiological Data of Operators Working in Automated Labs. *The Association for Laboratory Automation*, v.12, 2007.

SUNDSTRUP, E. *et al.* Participatory ergonomic intervention versus strength training on chronic pain and work disability in slaughterhouse workers: study protocol for a single-blind, randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 14, n.67, 2013.

TAMAYO, M.R., TRÓCCOLI, B. T. Exaustão emocional: relações com a percepção de suporte organizacional e com as estratégias de coping no trabalho. *Estudos de Psicologia*, v.7, n.1, p. 37-46, 2002.

TRAN, D. T.; JOHNSON, M. Classifying nursing errors in clinical management within an Australian hospital. *International Nursing Review*, v.57, p.454–462, 2010.

UCHIDA, M., KANEKO M., KAWA S. Effects of personality on overtime work: a cross-sectional pilot study among Japanese white-collar workers. *BioMedCentral Research Notes*, v.7, n.180, 2014.

WANDERLEY, C. A. N.; COGAN, S. Árvore da realidade atual (ARA), diagrama de dispersão de nuvem (DDN) e árvore da realidade futura (ARF): aplicação em uma bateria de escola de samba do carnaval carioca. *ConTexto*, Porto Alegre, v.12, n.21, p.41-58, 2012.

4 ARTIGO 3 - AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA CARGA DE TRABALHO COM IDENTIFICAÇÃO DE SUAS CAUSAS RAIZ

Resumo

A carga de trabalho é impactada por fatores influentes que acabam por resultar em inúmeras consequências para o trabalhador e para a empresa, influenciando na segurança e saúde do trabalhador e nas questões organizacionais. Uma opção para realizar o ajuste da carga de trabalho é identificar suas restrições, ou seja, identificação dos fatores influentes centrais que impedem a carga de trabalho de ser adequada. O presente artigo objetivou avaliar a carga de trabalho e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura, através do NASA TLX, e do Processo de Pensamento, método pertencente à Teoria das Restrições. Os resultados apontaram que a abordagem utilizada propiciou maior facilidade de compreensão do problema exposto, uma vez que o processo de pensamento apresenta uma visualização do problema, aumentando o conhecimento da equipe, identificando as causas raiz na origem da carga de trabalho inadequada, propiciando-se que a organização aborde-as de forma mais adequada e, então, oportunizar melhora na saúde e segurança do trabalhador.

Palavras-chave: carga de trabalho, NASA-TLX, indústria metal mecânica, indústria automotiva, manufatura.

4.1 INTRODUÇÃO

Carga de trabalho é uma construção abstrata que quantifica a resposta individual às demandas de uma tarefa ou conjunto de tarefas (PARSONS *et al.*, 2012). A definição de carga de trabalho é variável, pois encontra-se diversas definições na literatura. Por exemplo, Stoll *et al.* (2007) definem carga de trabalho como qualquer esforço fisiológico resultante de reações, Balch *et al.* (2010) e Johnson e Smith (2008) afirmam que carga de trabalho é definida pelo número de horas trabalhadas, enquanto NASA TLX (1986), considera que carga de trabalho é um constructo subjetivo, definido pela percepção do esforço despendido para alcançar um determinado nível de desempenho.

A carga de trabalho é impactada por inúmeros fatores, como exemplo pode-se citar as expectativas, habilidades, motivações, experiências anteriores e capacidades dos indivíduos em realizar determinada atividade (DARMONDY *et al.*, 2008). Além destes, existem outros fatores impactantes como exigências, intensidade da atividade impostas ao trabalhador (GASCÓN *et al.*, 2013; GUSSO *et al.*, 2012), horas de trabalho por semana, forças exercidas, repetitividade, vibração, fatores ambientais ergonômicos, sedestação, deambulação, e permanecer em posturas desconfortáveis (DRIESSEN *et al.*, 2011). Estes fatores impactantes, entre outros, acabam por resultar em inúmeras consequências para o trabalhador e para a empresa. Entre eles pode-se citar: baixa satisfação no trabalho, síndrome de burnout, intenção de deixar a organização, ansiedade, depressão, enfarte do miocárdio, o abuso de drogas, aumento do absenteísmo, assédio moral, baixo engajamento com o trabalho, redução do desempenho, aumento dos níveis de estresse, comprometimento do sistema imunitário, redução do funcionamento cardiovascular, influência na pressão arterial e em hormônios por exemplo (PANARI *et al.*, 2012), além de aumentar a probabilidade de ocorrência de acidentes e falhas devido a redução do estado de atenção (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Tais observações sugerem então que carga de trabalho inadequada representa um problema (SAUER *et al.*, 2002).

Para avaliação da carga de trabalho, utiliza-se diferentes ferramentas que se enquadram na seguintes medidas: (a) baseadas no desempenho, (b) fisiológicas, e (c) subjetivas (MESHKATI *et al.*, 1992). As medidas baseadas no desempenho referem-se ao rendimento de uma tarefa ou múltiplas tarefas realizadas, partindo-se do princípio que a alteração da complexidade de uma tarefa impacta nas suas exigências e, conseqüentemente, afeta o desempenho do trabalhador (CARDOSO, GONTIJO, 2012).

Logo, essa categoria pressupõe que ao aumentar a demanda da tarefa, o desempenho humano é reduzido (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). Já as medidas fisiológicas, segunda categoria, medem as respostas do organismo às mudanças nos níveis da carga de trabalho. Entre as principais medidas fisiológicas, estão as relacionadas a três órgãos: olhos, coração e cérebro. São exemplos dessas medidas: a frequência de movimento ocular e do piscar, frequência cardíaca e respiratória, variação de ondas cerebrais e do potencial muscular (CARDOSO, GONTIJO, 2012; GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008). A terceira categoria, subjetiva, busca, através de estudo realizado após a execução da tarefa, respostas subjetivas às experiências relacionadas à carga de trabalho. Esta categoria é frequentemente utilizada por possuir vantagens práticas e abordagem objetiva (Pauzie, 2008). Dentre os métodos baseados em medidas subjetivas encontramos o AWS (*Areas of Worklife Scale*) (GASCÓN *et al.*, 2013), o MWT (*Mental Workload Test*) (STASI,ANTOLÍ, CAÑAS, 2011), e o NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration - Task Load Index*) (HOONAKKER *et al.*, 2011). O questionário do NASA TLX vem sendo utilizado frequentemente nos últimos tempos, por sua fácil administração, em uma grande variedade populacional mostrando sua validade e confiabilidade, principalmente em atividades de multitarefa (ZHANG, KABER, HSIANG, 2010), como por exemplo, em operadores de controle (KOKINI *et al.*, 2012), pilotos (STRYBEL *et al.*, 2013), enfermeiros (HOONAKKER *et al.*, 2011), estudantes (KABER, ENDSLEY, 2004) entre outros.

Devido à preocupação com a produtividade no ramo manufatureiro, os países buscam estratégias e políticas que possibilitem a competitividade no mercado global, especialmente nos países em desenvolvimento que, além de problemas de subdesenvolvimento, enfrentam a má gestão. Esta má gestão favorece uma série de efeitos indesejáveis tais como os citados anteriormente (SARWAR *et al.*, 2012), que por sua vez, estão associados à carga de trabalho inadequada (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008).

Em dois anos (2010-2011) as estatísticas do Reino Unido relataram que, aproximadamente 1,2 milhões de trabalhadores, tiveram problemas de saúde relacionados com as atividades no trabalho. Destes, cerca de 508 mil foram acometidos por lesões musculoesqueléticas e 400 mil por doenças mentais, gerando um absenteísmo considerável (CARTER *et al.*, 2013), impondo grande ônus socioeconômico para as organizações (SUNDSTRUP *et al.*, 2013) e influenciando sua competitividade. Logo, há a preocupação de como ajustar tal parâmetro, evitando tais acontecimentos indesejáveis,

uma vez que a carga de trabalho pode ser adaptada (GUSSO *et al.*, 2012), através de alternativas para tal, auxiliando assim na melhoria da saúde e segurança do trabalhador.

Para buscar a melhoria da saúde e segurança do trabalhador adaptando sua carga de trabalho, encontra-se a Teoria das Restrições (TOC), que foi desenvolvida na década de 70, trazendo para a administração da produção um novo conceito na identificação das situações (restrições) que impedem ou dificultam a empresa de atingir sua meta (RODRIGUES, 1990; CRUZ *et al.*, 2010). A TOC serve como uma teoria unificadora na gestão de operações (GUPTA, BOYD, 2008), tendo por finalidade alcançar a meta da organização. Para isto, dispõe de métodos como o Processo de Pensamento (PP) que por sua vez, possui um conjunto de ferramentas capaz de identificar, analisar e propor soluções aos problemas organizacionais através do conhecimento da sua causa e seu efeito (WATSON, BLACKSTONE, GARDINER, 2007; LACERDA *et al.*, 2011), buscando a compreensão de por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995). Supõe-se então, que identificando os problemas centrais dentre os fatores influentes na carga de trabalho, conseqüentemente torna mais eficiente a abordagem para seu ajuste, evitando assim as conseqüências de sua inadequação.

Partindo da ideia de que uma restrição é qualquer coisa que limite um sistema de atingir sua meta (GOLDRATT, 1990), para realizar um ajuste eficiente deve-se identificar a restrição, ou seja, os fatores influentes centrais que impedem a carga de trabalho de ser adequada. Com a identificação do que deve ser adaptado nos fatores influentes da carga de trabalho, busca-se auxiliar na saúde e segurança do trabalhador (GREGORIADES, SUTCLIFFE, 2008), refletindo também na economia empresarial (SUNDSTRUP *et al.*, 2013).

Considerando a afirmação de Daniels *et al.* (2005) onde relatam que os fatores influentes na carga de trabalho desempenham um importante papel em suas conseqüências e agravamentos, cresce o interesse em identificar os principais causadores da inadequação da carga de trabalho. Então, atuar diretamente sobre estes fatores através da melhor compreensão do problema e suas relações, facilita sua correção, evita o aparecimento de resultados prejudiciais, tanto para a empresa que necessita se manter competitiva, quanto para o trabalhador, que não compromete sua saúde pelo seu trabalho. Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a carga de trabalho e suas inadequações de forma

participativa, através da mensuração desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura.

4.2 MÉTODOS DE PESQUISA

A avaliação da carga de trabalho foi realizada em funcionários de uma unidade da empresa de manufatura multinacional, inserida no mercado metal mecânico do sul do Brasil, com atuação na fabricação e montagem de eixos homocinéticos. Mais especificamente abordou-se as células 1, 2 e 3, que são responsáveis pela produção de uma grande variedade de produtos, sendo dividido em três células justamente por questão de organização na produção desta variedade, totalizando 19 trabalhadores que trabalham em 3 turnos. As células específicas foram escolhidas devido ao histórico da empresa, que relatou no ano anterior, que estas células foram responsáveis pela maioria dos dias de absenteísmo, tornando-se uma preocupação para a gestão. Além dos funcionários, participaram do estudo dois experts (profissionais com especialização no assunto), um em Ergonomia e outro em Processo de Pensamento. A pesquisa foi conduzida em duas etapas: planejamento e coleta de dados e análise dos dados, salientando que neste estudo considerou-se a definição de carga de trabalho do NASA TLX (1986), ou seja, é um constructo subjetivo, definido pela percepção do esforço despendido para alcançar um determinado nível de desempenho.

4.2.1 Planejamento e coleta de dados

4.2.1.1 Etapa 1

Nessa etapa, foi utilizado o questionário NASA-TLX adaptado por Diniz (2003), também utilizado por Vargas *et al.* (2012), que utiliza seis fatores (subescalas) para definir um valor multidimensional da carga de trabalho geral percebida pela população pesquisada. As seguintes dimensões constam no glossário do método:

- **Demanda física:** atividade física para a realização do trabalho.
- **Demanda mental:** atividade mental requerida para a realização do trabalho (por exemplo, tomada de decisões).
- **Demanda temporal:** nível de pressão imposto para a realização do trabalho.
- **Esforço (físico e mental):** o quanto que se tem que trabalhar física e mentalmente para atingir um nível desejado de desempenho ou performance.

- **Desempenho:** nível de satisfação com o desempenho pessoal para realização do trabalho; o quanto de satisfação se teve com o desempenho para alcançar o desfecho final.
- **Nível de frustração** – o quanto se é irritado, desencorajado, contrariado, inseguro versus satisfeito, motivado, relaxado, seguro ao que se sente durante a realização da tarefa.

Este método possui subescalas relativas aos seis fatores, onde no processo de avaliação é feita inicialmente a comparação entre as escalas, ou seja, o pesquisado escolhe entre cada par de fatores qual é o mais significativo na sua carga de trabalho. Assim, são feitas quinze comparações entre pares de fatores. O segundo passo requer que o pesquisado assinale o nível de influência ou contribuição de cada um dos fatores para a carga de trabalho (Anexo D). O questionário continha também uma folha de rosto para identificação do sujeito pesquisado, com os seguintes campos: nome (opcional); idade; sexo; peso; altura; turno em que trabalha; célula em que atua e tempo de empresa.

Todos os trabalhadores (total de 19 trabalhadores) das células 1, 2 e 3 foram convidados a responder os questionários pessoalmente, em uma sala de reuniões, no final do expediente diário, nos três turnos atuantes da empresa em questão, sendo explicados os objetivos do trabalho e as instruções de como preencher o questionário. A coleta foi realizada no período de 3 dias, durante primeiro semestre do ano de 2014. Ao final do período, o resultado foi de 18 questionários válidos (94,7%), considerando válido todo o questionário completamente respondido.

4.2.1.2 Etapa 2

Após a análise dos dados da Etapa 1, foram utilizadas as diretrizes do Processo de Pensamento (PP), metodologia pertencente a Teoria das Restrições (TOC) com o intuito de definir as causas centrais responsáveis pela CT, considerando as opiniões dos trabalhadores. A TOC, com auxílio do PP, apresenta um caráter qualitativo com base nos fatos de realidade (ANTUNES *et al.*, 2004) orienta o processo de identificação do problema, através do conhecimento causa e seu efeito (LACERDA, *et al.*, 2011).

A lógica do PP baseia-se em relações de efeito-causa-efeito e na visão crítica da realidade, buscando compreender por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995). Portanto, este método é considerado na solução de problemas, uma

vez que possui análise e método de identificação, tendo o objetivo de responder a três questões essenciais que buscam o aprimoramento contínuo das operações, como o seguinte: a) O que mudar? ; b) Para o que mudar? ; c) Como fazer com sucesso a mudança?. O estudo atual limitou-se à abordagem da primeira questão, uma vez que a empresa se comprometeu em organizar de forma particular e adaptativa a segunda e terceira questões.

A ferramenta utilizada para definir as causas raiz respondendo à pergunta ‘O que mudar?’ foi a Árvore da Realidade Atual (ARA), sendo ela um diagrama que, através de conexões de causa e efeito, interliga todos os sintomas do sistema, permitindo encontrar a restrição que impede o atingimento da meta (WANDERLEY e COGAN, 2012) buscando-se obter uma carga de trabalho adequada. Construiu-se então o diagrama seguindo as diretrizes de Cox e Spencer (2002), como apresentado na Figura 14 .

<i>Diretriz</i>	PROCEDIMENTO
1	Liste 5 a 10 problemas chamados Efeitos Indesejáveis (EI) relacionados com a situação.
2	Teste a clareza de cada EI. O EI é uma afirmação clara e concisa? (ressalva de clareza).
3	Procure alguma relação causal entre quaisquer dos EI.
4	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se causa, Então efeito” (ressalva de causalidade). Ocasionalmente a causa e o efeito podem ser revertidos. Avalie utilizando a seguinte afirmação: “Efeito” PORQUE “Causa”.
5	Continue o processo de conexão dos EI utilizando a lógica SE-ENTÃO até que todos os EI estejam conectados.
6	Frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros. Nessas circunstâncias, a ‘clareza’ é o problema. Utilize a ressalva de clareza para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito.
7	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a ressalva de insuficiência de causa e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE causa E ___ ENTÃO”. Esse “E” conceitual é representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas.
8	Algumas vezes, o efeito é causado por muitas causas independentes. As relações são fortalecidas pela ressalva de causa adicional.
9	Algumas vezes, um relacionamento SE-ENTÃO parece lógico, mas a causalidade não é apropriada da maneira como está escrita ou verbalizada. Nestas circunstâncias palavras como ‘alguns’, ‘poucos’, ‘muitos’, ‘frequentemente’, ‘algumas vezes’ e outros modificadores podem fazer a causalidade se torne mais forte.
10	A numeração dos EI na ARA serve apenas para facilitar a localização das mesmas. Um asterisco no EI indica que este faz parte da lista original.

Figura 14: Diretrizes para construção da ARA

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002)

Quando a ARA estava completa, validou-se com um expert em PP e o expert em Ergonomia com intuito de observar fatos ainda não detectados e em seguida realizou-se a validação da ARA com os trabalhadores envolvidos. A elaboração da ARA seguiu também a afirmação de Noreen, Smith e Mackey (1996), onde afirmam que a construção da ARA deve ser realizada de maneira *top-down*. Entretanto, deve ser lida e compreendida de forma *botton-up*, desta forma é possível estabelecer sistematicamente e rapidamente os problemas raiz de uma atividade genérica e suas relações.

Com a construção da ARA são apresentados os EI sob domínio da organização, podendo, portanto, serem modificados, mas também demonstra-se os EI chamados fatos da vida, que se referem a fatores existentes na realidade da população em questão que agravam o conflito central, mas não são manipuláveis pela organização (SHOEMAKER, REID, 2005), não havendo possibilidade da organização modificá-los.

Quando identificadas as causas raiz constata-se a resposta sobre “O que mudar?”, confirmando a realização do primeiro passo para resolver um problema, que é defini-lo claramente (Goldratt, 2002), auxiliando na compreensão mútua do problema e suas relações. Respondida à primeira questão, validando-a com a empresa, demonstrou-se as relações entre as causas e efeitos para os envolvidos, permitindo-se assim uma melhor compreensão das particularidades da questão. Os envolvidos na validação foram todos os participantes do estudo. Esta validação ocorreu através de uma reunião de aproximadamente 30 minutos, orientando a obtenção de soluções criativas, como sugerido por Alvarez (1995), defende que se deve formular uma solução efetiva na eliminação das causas raiz.

4.2.2 Análise dos Dados

4.2.2.1 Etapa 1

Para análise dos resultados dos questionários do NASA TLX adaptado, a Equação 1 foi utilizada para o cálculo da carga de trabalho de cada trabalhador:

$$CT_n = \frac{\sum_{i=1}^6 (F_i) \cdot (PF_i)}{15} \quad (1)$$

onde:

- CT_n : Carga de Trabalho do indivíduo n ($1 \leq n \leq 18$);
- F_i : contagem atribuída a cada fator na comparação entre os estes;

- PF_i : peso atribuído a influência de cada fator.

Conforme recomendado por Holsbach (2005) o nível de carga de trabalho foi classificado em três faixas: (a) 5 a 7, médio risco; (b) 7,1 a 11, alto risco, (c) 11,01 a 15, máximo risco.

Além disso, foi realizada uma análise individual dos fatores da pesquisa. Para tanto, multiplicou-se a contagem dos fatores pela influência destes e dividiu-se esse resultado por quinze, obtendo-se, assim, um valor entre zero (0) e cinco (5) para cada fator de cada entrevistado, conforme demonstrado na Equação 2. Tendo-se os resultados de cada fator para cada indivíduo entrevistado, fez-se a média dos fatores. Dentro desta escala, quanto mais alto, mais influência tem o fator na carga de trabalho.

$$VF_{in} = \frac{F_i . PF_i}{15} \quad (2)$$

onde:

- VF_n : Valor do Fator i ($1 \leq i \leq 6$) para o indivíduo n ($1 \leq n \leq 18$);
- F_i : contagem atribuída ao fator na comparação entre estes;
- PF_i : peso atribuído a influência do fator.

4.2.2.2 Etapa 2

Nesta etapa realizou-se a entrevista para responder a diretriz 1, através de uma reunião de aproximadamente 15 minutos, da qual participaram todos os que responderam ao questionário NASA TLX. Na reunião foi solicitado que estes citassem de cinco a dez problemas que aumentam sua carga de trabalho, ou seja, dificultam a realização deste. Com estas respostas obteve-se uma lista inicial de efeitos indesejáveis (EI). Os fatores repetidos foram considerados apenas uma vez, e outros fatores por serem similares, foram unificados.

Houve a realização do conjunto as diretrizes 2 à 10, sendo o teste de clareza (diretriz 2), a busca pelas relações entre os EI encontrados (diretriz 3) e a ressalva de causalidade (diretriz 4) realizadas primeira etapa. Dando seguimento realizou-se a leitura da ARA de forma “SE...ENTÃO...” (diretriz 5). Como frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros, pelo fato de geralmente faltarem entidades entre a causa e o efeito, utilizou-se a ressalva de clareza com o objetivo de eliminar este problema, acrescentando entidades quando necessário (diretriz 6). Como afirma a diretriz 7, algumas vezes, a própria causa pode não ser

suficiente para criar o efeito, realiza-se então a ressalva de insuficiência de causa que são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE causa E ___ ENTÃO”. Após o término destas diretrizes anteriores, a ARA foi retomada aferindo sua causa e efeito, realizando a ressalva da causa adicional lendo-se da seguinte forma: “SE causa OU ___ ENTÃO” (diretriz 8), o acréscimo de modificadores que tornaram a causalidade mais forte (diretriz 9), e foram adicionados asteriscos nos EI que faziam parte da lista original (diretriz 10).

Com a ARA completa, a visão e opinião de dois experts (profissionais com especialização no assunto), um em Processo de Pensamento, outro em Ergonomia, foram discutidas multidisciplinarmente com intuito de detectar algum fato passível de não percepção. Por fim, realizou-se a validação da ARA através de uma reunião final, onde foram convidados todos os envolvidos no estudo. Esta reunião foi marcada com data e hora específica. Os EI apresentados que agravam o conflito, mas não são manipuláveis pela organização, foram considerados fatos da vida (SHOEMAKER e REID, 2005), e portanto, não abordados.

4.3 RESULTADOS

As células em questão possuem 3 máquinas cada e uma mesa de montagem, trabalham em formato de célula, onde o produto é movimentado manualmente, como demonstrado no croqui da Figura 15. Conforme o produto vai avançando nas máquinas, seu peso consequentemente aumenta, uma vez que em cada máquina são acrescentadas mais peças a este. Todos os funcionários da célula estão aptos a atuar em qualquer máquina, ocorrendo assim um rodízio de função a cada 2 horas.

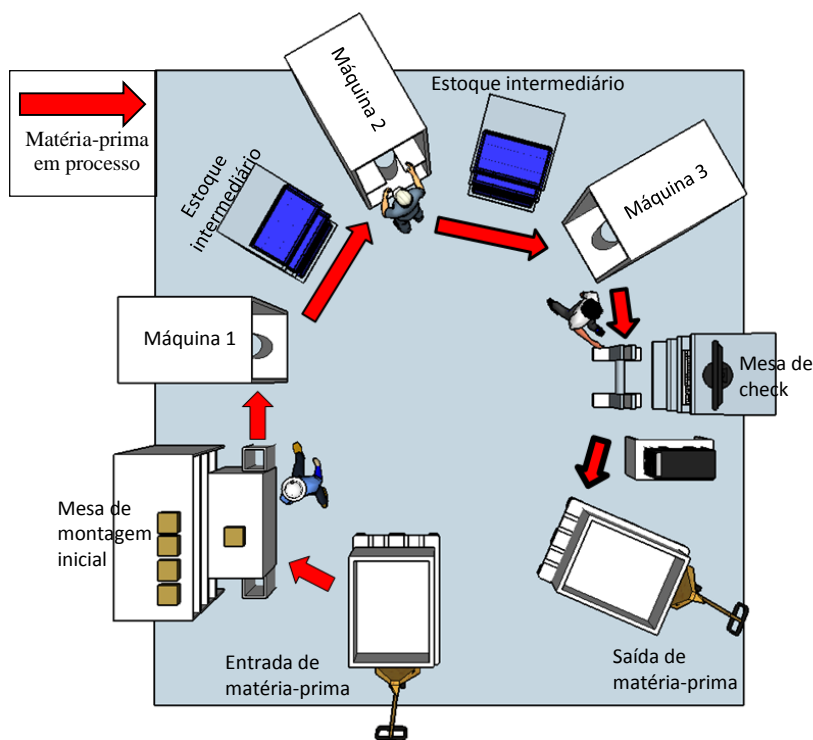


Figura 15: Croqui das células com mapeamento de processo

4.3.1 Etapa 1

Dentre os 18 questionários válidos (94,7%), quatro foram respondidos por trabalhadores da célula 1 (22,2%), nove pela célula 2 (50%) e cinco pela célula 3 (27,8%), conforme Tabela 4. A célula 16 tem maior número de trabalhadores por trabalhar nos três turnos, enquanto as demais células trabalham apenas no primeiro turno. Em relação ao sexo dos respondentes foram 18 homens (100%), com média de idade em $29 \pm 6,7$ anos, quanto a altura e o peso resultou em média de $1,76 \pm 0,06$ metros, e $79,83 \pm 12,3$ quilos, respectivamente. Enquanto o tempo médio de empresa foi $5 \pm 5,7$ anos, sendo que metade dos trabalhadores tinham até 27 anos, os outros tem mais.

Tabela 4: Contagem de Questionários

Categoria	Questionários	Questionários
	Enviados	Recebidos
Célula 1	4	4
Célula 2	10	9
Célula 3	5	5

A Tabela 5 apresenta a distribuição dos respondentes, de acordo com a comparação entre os seis fatores, totalizando 15 comparações, tendo como resultado respostas que variam

de 0 a 5, sendo 0 (mínimo) um fator ausência de relevância quando comparado ao fator com pontuação de 5 (máximo), que por sua vez indica grande relevância. Esta pontuação ocorre de forma crescente, ou seja, quanto maior o número de vezes que o fator foi marcado, maior sua relevância.

Tabela 5: Comparação entre os seis fatores referentes a carga de trabalho (escala)

Resposta	Demanda Mental	Demanda Física	Demanda Temporal	Performance	Esforço	Nível de Frustração
1	1	3	2	0	4	5
2	0	4	3	3	4	1
3	2	4	5	3	1	0
4	1	3	0	2	4	5
5	2	2	2	5	4	0
6	2	4	4	1	4	0
7	1	4	0	2	4	4
8	0	2	4	2	5	2
9	2	3	1	4	4	1
10	0	3	3	3	3	3
11	1	2	2	3	4	3
12	1	4	0	2	3	5
13	0	5	2	1	4	3
14	1	4	1	2	5	2
15	1	3	3	3	5	0
16	2	5	1	3	4	0
17	1	4	3	4	2	1
18	1	5	4	1	3	1

Uma vez realizada a análise individual dos fatores, foi verificada a importância de cada fator através das escalas assinaladas pelo respondente, com intuito de perceber a influência dos fatores na carga de trabalho nestes trabalhadores. A influência segue uma escala de 1

a 15, onde 1 representa a menor influência e 15 a maior influência. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Influência dos Fatores de carga de trabalho

Resposta	Demanda Mental	Demanda Física	Demanda Temporal	Performance	Esforço	Nível de Frustração
1	10	12	8	10	14	12
2	5	15	13	10	13	9
3	12	15	15	14	11	12
4	5	13	6	7	12	12
5	11	11	3	13	12	4
6	10	13	10	8	11	4
7	5	12	5	7	7	7
8	8	14	12	12	14	13
9	13	13	12	12	13	12
10	8	12	9	13	11	3
11	13	13	10	9	12	9
12	11	15	6	15	15	15
13	4	12	12	10	10	9
14	12	13	5	9	10	9
15	11	14	13	13	14	8
16	4	15	2	6	12	1
17	8	7	9	7	10	7
18	5	14	15	10	14	11

Através dos resultados apresentados nas Tabela 5 e 6 foi possível calcular e obter a carga de trabalho individual de cada trabalhador. Para tanto, foi realizada a soma das multiplicações da contagem da relevância de cada fator por sua escala, dividindo-se esse resultado por 15, conforme a Equação 1. O resultado geral da carga de trabalho destes trabalhadores pode ser obtido pela média dos resultados individuais. A Tabela 7 apresenta as cargas de trabalho individuais e a Tabela 8 as gerais por categoria.

Tabela 7: Carga de Trabalho de cada respondente

Questionário	CT Total	Questionário	CT Total
1	11,87	10	9,60
2	12,67	11	10,72
3	14,13	12	14,73
4	11,06	13	10,05
5	10,85	14	10,32
6	10,91	15	13,39
7	8,18	16	10,06
8	12,99	17	7,81
9	12,59	18	13,12

Tabela 8: Carga de Trabalho geral e por classificação

Classificação	CT geral	11,4
Célula	1	11,18
	2	10,93
	3	12,4
Turno	Primeiro	12,1
	Segundo	10,33
	Terceiro	10,25

Foram comparadas as médias das pontuações atribuídas pelos trabalhadores, considerados como grupos de comparação as células (célula 14, célula 16 e célula 18) e os turnos de trabalho (1T, 2T e 3T). A análise estatística foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis, considerando um nível de significância de 5%, isto é, diferenças significativas serão denotadas por $p < 0,05$. O teste foi escolhido tendo em vista que os dados não atendem ao requisito de normalidade (foi realizado o teste de Kolmogorov-Smornov, sendo não significativo para normalidade), necessário para o emprego de testes paramétricos.

Conforme análise sugerida por Holsbach (2005), percebe-se que, ao avaliar a carga de trabalho geral, os resultados obtidos indicam um nível de carga de trabalho de máximo

risco, visto que o escore geral (11,4) está dentro dos limites desta escala (11,01 a 15). Também se percebe uma pequena diferença, porém não significativa ($p = 0,439 > 0,05$) entre as médias observadas nas células avaliadas, sendo que a célula 18 indica maior carga de trabalho, incluída na classificação de máximo risco (11,01 a 15), seguida pela 14 incluída na mesma classificação. Por fim, a célula 16 foi incluída na classificação de alto risco (7,1 a 11). Quando observado o turno em que o trabalhador se inclui, também foi observada uma pequena diferença entre as médias atribuídas, porém não significativa ($p = 0,327 > 0,05$), onde a carga de trabalho do primeiro turno classificou-se como de máximo risco, enquanto a do segundo e terceiro turno pertenceram a classificação de alto risco. Quando avaliados individualmente as escalas avaliadas, separadas por células e turnos, pode-se constatar que a demanda física (3,08) e o esforço (2,98) são consideravelmente mais relevantes na carga de trabalho dos respondentes, seguida pela performance (1,72), demanda temporal (1,6), nível de frustração (1,37) e, por fim a demanda mental (0,66) que possui pouca influência sobre estes, como observado na Figura 16.

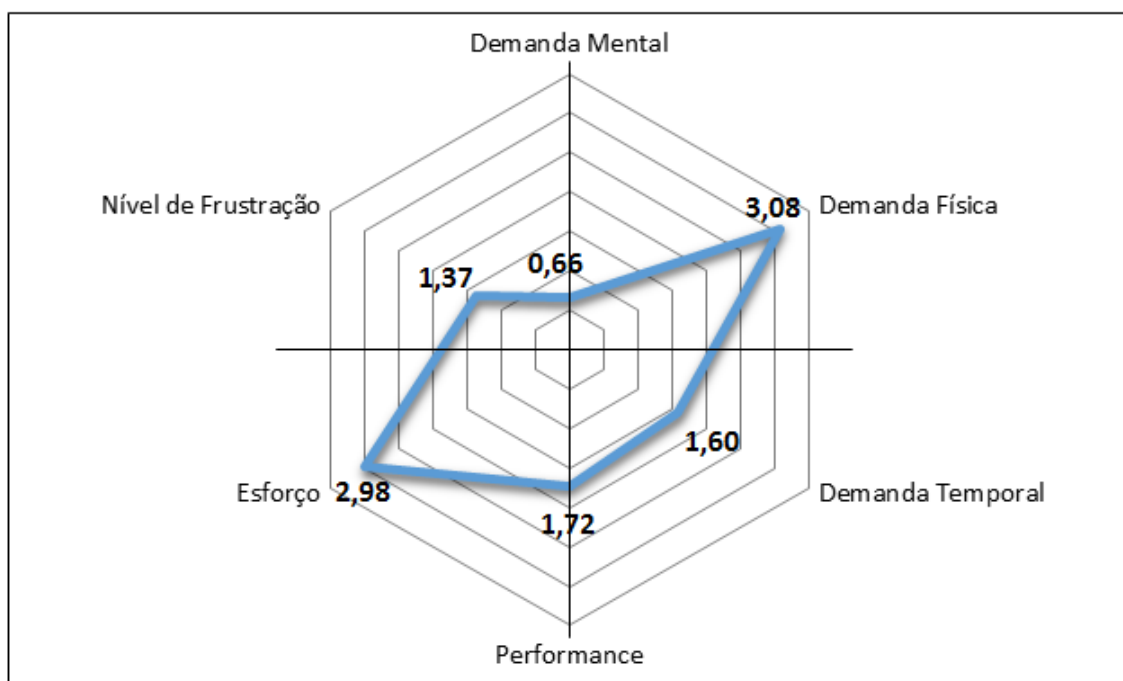


Figura 16: Valores individuais dos fatores

4.3.2 Etapa 2

Para o desenvolvimento da ARA, seguiram-se as diretrizes sugeridas por Cox e Spencer (2002). Na primeira diretriz, somando e agrupando os EI, obteve-se 20 EI citados pelos trabalhadores, sendo estes: 1.força de ombro constante; 2.dor nos ombros; 3.encaixe das peças com dificuldade; 4.dificuldade de localizar a peça pela alta altura; 5.altura elevada

do checagem do controle de qualidade (check); 6.pressão da gestão; 7.falta de operador; 8.não possuir “tempo” para ajustar a altura da máquina; 9.peso da peça cansa; 10.dor nas costas; 11.flexão de coluna frequente; 12.baixa altura do pellet de peça finalizada; 13.barulho; 14.cansaço de pernas; 15.agachamento para pegar peças; 16.altura caixas baixas; 17.anel fechado; 18.ausência de empilhadeira para todos os pallets; 19.peças batendo; 20.treinamento com muitos erros.

Com a ARA completa, após validação com os experts, acrescentou-se 1 EI e alteração de causa efeito em 3 EI, sendo acrescentado o EI 26 ou seja, Manuseio manual, e suas três ligações de causa efeito. Por fim realizou-se a validação da ARA com os trabalhadores envolvidos sendo confirmados todos os resultados encontrados na ARA. Estes relataram uma melhor compreensão do problema exposto e suas relações após a demonstração da ARA, apresentada na Figura 17. Nesta, todos os itens apresentados na base da imagem são os considerados fatores centrais, ou seja os fatores influentes da origem da carga de trabalho inadequada. Com isso, a organização responsabilizou-se em tomar as providências de forma particular para o ajuste desta carga de trabalhado, abordando as causas raiz, com intuito de auxiliar a melhoria da saúde e segurança dos trabalhadores, e conseqüentemente, prevenir o peso socioeconômico das conseqüências desta carga elevada.

Observa-se uma relação entre os EI presentes na ARA (Figura 18) e a Figura 17, onde a figura demonstrou que os valores individuais dos fatores foram mais impactantes na demanda física e esforço, e os EI presentes na ARA, em sua maioria, são voltados a demanda física e o esforço.

Como observa-se na ARA, os EI centrais observados pela visão dos trabalhadores, responsáveis pela origem da carga de trabalho inadequada, ficam na base da árvore, ou seja: anel fechado, pouca diferença de largura entre o anel e a haste, ausência de equipamento para auxiliar no encaixe, travamento e alarme ns erros, erros constantes, pressão da gestão, alta demanda, baixa altura do palet, ausência paleteira, manuseio manual, localização das caixas de matéria prima em baixa altura, máquina está muito alta, matéria prima pesada, suporte do check é alto. Segundo a Teoria das Restrições e outras teorias, combatendo a causa elimina-se a conseqüência. Logo, combatendo os EI identificados, elimina-se a carga de trabalho inadequada.

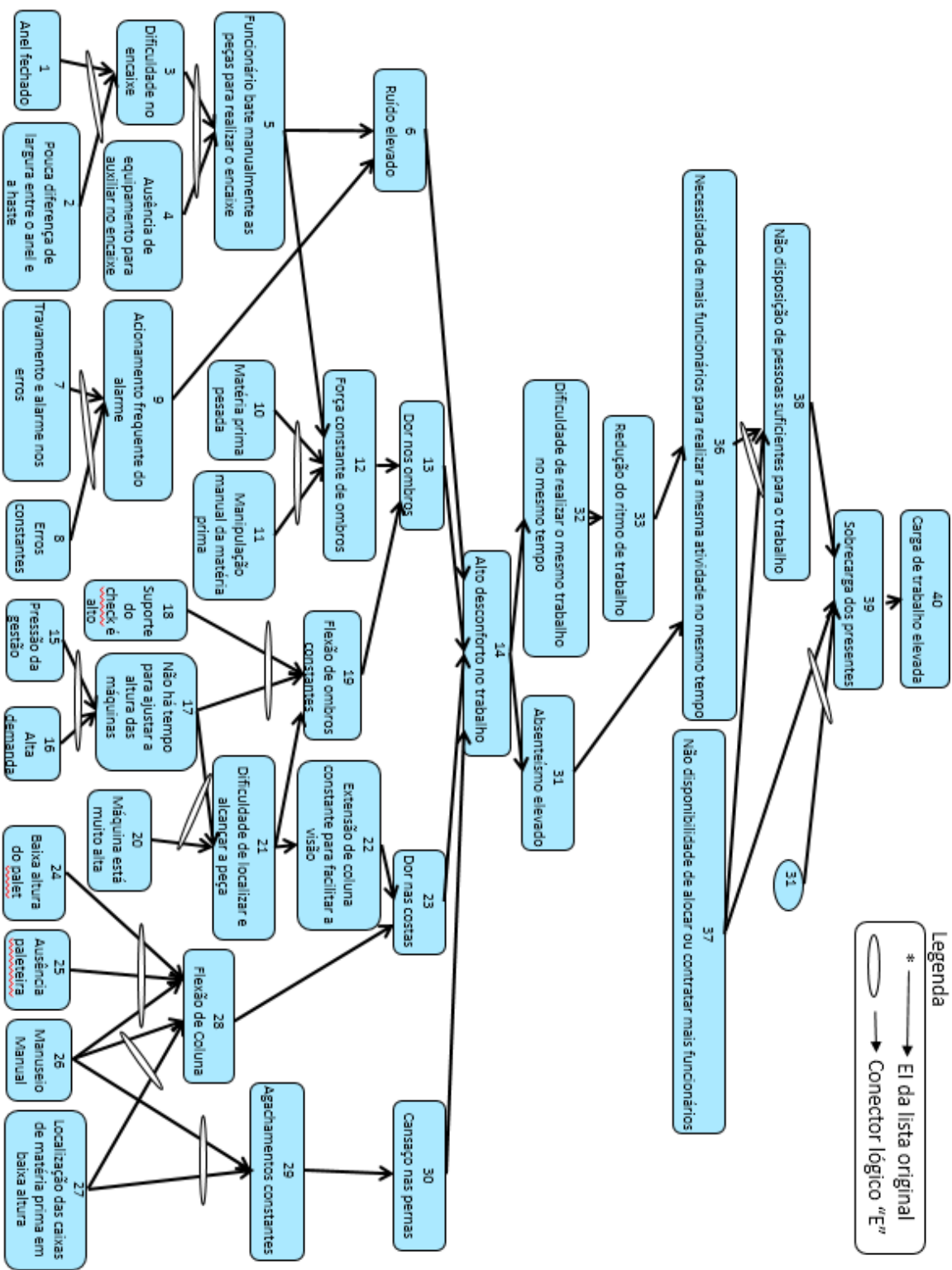


Figura 17: Árvore da Realidade Atual (ARA)

4.4 DISCUSSÃO

Nos últimos anos o desempenho da segurança tem recebido maior atenção, provavelmente devido, em parte, à ligação entre segurança, desempenho, acidentes de trabalho e as lesões. Os empregadores e os profissionais de segurança e saúde no trabalho estão interessados em melhorar a segurança no trabalho para além de evitar acidentes e lesões, reduzir a dor e sofrimento do trabalhador, bem como diminuir o enorme fardo financeiro que estas situações provocam nas organizações, auxiliado assim na melhora da competitividade. No entanto, para melhorar o desempenho de segurança e saúde e, por sua vez, diminuir os acidentes de trabalho, deve-se primeiro compreender os fatores que influenciam o desempenho da segurança (SAMPSON, DEARMOND, CHEN, 2014).

Dentre estes fatores encontram-se os riscos físicos tais como ruído, calor, poeira, produtos químicos e ferramentas perigosas que são negativamente relacionados com o envolvimento dos trabalhadores nas atividades de segurança. O aumento da exposição às demandas físicas do trabalho gera um aumento do risco de lesões, uma vez que o acúmulo de altas demandas de trabalho físico gera fadiga, que por sua vez agrava a deficiência e aumenta o risco de lesão. A perda auditiva induzida pelo ruído é outro distúrbio de demandas físicas e também é um fator de risco para o trabalhador e para seus colegas, uma vez que impede o acometido de ouvir vários sons e mensagens de aviso, além de afetar a orientação dos trabalhadores e seu equilíbrio, o que aumenta a susceptibilidade de quedas para estes. Os níveis mais elevados desta perda auditiva além de prejudicar o desempenho, aumentam os níveis de fadiga (TAWIAH *et al.*, 2013).

Os fatores físicos foram os mais relevantes neste estudo, uma vez que dentre 6 escalas do NASA TLX, a física foi classificada como a mais influente na percepção dos trabalhadores. Também identificou-se que dentre os EI citados pelos trabalhadores, a grande maioria refere-se a fatores físicos.

Não apenas problemas físicos são constatados na saúde do trabalhador, uma vez que existe uma grande quantidade de variáveis que provocam efeitos negativos na saúde psicossocial como por exemplo o estresse ocupacional, que se relaciona com o aumento da taxa de acidentes no trabalho, tendo como principal causa o comportamento inseguro (GRAU *et al.*, 2012; TAWIAH *et al.*, 2013). Este foi pouco citado entre os EI, além de se demonstrar a menor escala impactante dentre as presentes no NASA TLX.

A carga de trabalho elevada tem sido associada com mais insegurança (TAWIAH *et al.*, 2013), afinal os estressores ocupacionais impactam na carga de trabalho uma vez que promovem situações negativas que induzem uma resposta adaptativa de um trabalhador, resultando em alterações mentais, físicas ou comportamentais que se manifestam a nível individual, interpessoal e organizacional, impactando na redução da produtividade da equipe e prejuízo do desempenho, além de aumentar os erros. Uma pesada carga de trabalho contribui para as manifestações físicas e psicológicas de stress, incluindo síndrome de burnout, que tem sido associado com o absentéismo e aumento da rotatividade, o que pode ter um impacto sobre os outros trabalhadores diminuindo seu desempenho novamente devido a falta de pessoal, a falta de trabalho em equipe com consequente aumento de erros (JAMES *et al.*, 2013). Este impacto sobre os trabalhadores pela ausência de funcionários (falta de pessoal), também foi identificado neste estudo através da sua presença nos EI, aparecendo na ARA como ‘falta de operador’. Devido a estas faltas, aumenta a rotatividade, que necessita aumento de treinamentos, que por sua vez deixa os erros mais frequentes pela inesperienza, aumentando os erros no processo e consequentemente aumentando o ruído, principalmente devido ao alarme de segurança, item representado na ARA pelo ‘barulho’. Para prevenção de problemas como estes requer-se um foco na causa central, ou seja, as causas das causas (IDRIS *et al.*, 2012; DOLLARD, TERNAN, 2011).

Necessita-se de equilíbrio na preocupação da gestão sobre a saúde versus produtividade (DOLLARD, TERNAN, 2011). Dentre as sugestões em busca deste equilíbrio encontra-se a comunicação, que tem sido evidenciada como positiva quando relacionada com a satisfação no trabalho, presente na ergonomia participativa. Quando ausente aumenta a ansiedade, a depressão e a tensão do trabalhador, uma vez que exige um maior esforço mental para processar as informações (SAMPSON, DEARMOND, CHEN, 2014), exigência esta que se apresentou na ARA do atual estudo. Esta comunicação tem se tornado uma aliada no apoio social, que quando efetivada pelo supervisor tende a melhorar o desempenho do funcionário que se sente apoiado e busca retribuir o apoio. Através da comunicação propicia-se também a redução do conflito de papéis, quando fornecidas as instruções consistentes, expondo as expectativas para os trabalhadores, a fim de eliminar e/ou isolar os riscos e minimizar obstáculos de segurança (SAMPSON, DEARMOND, CHEN, 2014). Esta comunicação deve ser aliada à gestão, uma vez que a intervenção é associada ao aumento do uso os equipamentos de proteção individual e melhorias no clima

de segurança, além de influenciar o desempenho da segurança, fazendo com que os trabalhadores se tornem participativos nesta busca incansável pela integridade da saúde e segurança no trabalho (SAMPSON, DEARMOND, CHEN, 2014). Além da comunicação, os gerentes industriais participam da segurança e saúde de seu trabalhador através das metas de produção elevadas que fornecem pouco controle do trabalhador sobre suas práticas de trabalho e seu ritmo, sendo estes impostos, o que por vezes estimulam os funcionários a se envolver em práticas inseguras, tomando atalhos pela pressão de tempo com ênfase em formas mais rápidas de se trabalhar para economizar tempo (TAWIAH *et al.*, 2013). Fato também identificado na ARA através da ‘pressão pela gestão’ e ‘falta de tempo para ajustar a altura da máquina’ para melhor posição durante o trabalho. Portanto isto influencia no clima de segurança que por sua vez tem efeito direto no conhecimento e motivação para a segurança no trabalho. Este clima só é atingido quando participam desta relação desde a alta administração até os operadores e propicia melhor qualidade de vida e bem-estar (TANG *et al.*, 2014). Portanto a gestão deve ter um compromisso com relação a saúde e segurança no trabalho (TANG *et al.*, 2014). O bom clima de segurança pode ser considerado como um recurso positivo relacionado com o trabalho para incentivar ativamente os funcionários a tomarem atitudes referentes a sua própria saúde e segurança nas mais variadas situações no trabalho (LARSSON *et al.*, 2013).

Portanto, é importante trabalhar em equipe para identificar as causas raiz que provocam os efeitos prejudiciais à saúde, permitindo assim combatê-las, combatendo conseqüentemente o impacto financeiro causado pelo absenteísmo devido ao trabalho inadequado (IDRIS *et al.*, 2012), e a perda de produtividade (DOLLARD, TERNAN, 2011).

4.5 CONCLUSÕES

A contribuição deste trabalho foi apresentar o estudo da carga de trabalho em trabalhadores do setor de montagem de uma empresa de manufatura multinacional, atuante no ramo metalomecânico, além de sugerir uma forma de realizar a abordagem referente à adequação da carga de trabalho que estava em alto nível, através da evidência de sua lógica de causa e efeito, relatando também algumas conseqüências para a saúde e segurança do trabalhador e os impactos financeiros para a organização envolvida, através da busca literária. Desta forma, o objetivo deste estudo foi atingido, uma vez que avaliou a carga de trabalho e suas inadequações de forma participativa, através da mensuração

desta e da identificação de suas causas raiz em uma empresa de manufatura. Logo se propiciou uma análise mais profunda sobre as relações gerais do problema para a população em questão, permitindo uma abordagem com maior conhecimento e visualização da causa e seu efeito.

Através da abordagem apresentada neste estudo, juntamente com a maior compreensão, conhecimento e visualização do problema, oportunizam-se as organizações que se tornem mais competitivas no mercado de trabalho, uma vez que identificando e eliminando as causas raiz na origem da carga de trabalho inadequada, propicia-se que a organização aborde de forma mais adequada e, então, minimize seus gastos referente ao absenteísmo, rotatividade, problemas musculoesqueléticos e psicológicos relacionados à carga de trabalho inadequada, diminuindo as despesas, aumentando seu lucro, facilitando o alcance da meta de ganhar dinheiro hoje e no futuro, além de com esta correção propiciar a melhora da saúde e segurança do trabalhador.

Na análise deste foi optado pelo PP da TOC por não haver na literatura sobre carga de trabalho uma forma estruturada de analisar causa e efeito que permitisse identificar os EI e suas relações ainda não visualizadas, além de orientar pesquisas futuras na área. A limitação na construção da ARA é a representação das tautologias que poderiam ser melhor tratadas utilizando outras abordagens, como o pensamento sistêmico ou a dinâmica de sistemas. Mesmo com esta limitação optou-se pela ARA porque sua construção permite um melhor entendimento do problema, suas causas, seus efeitos, e por consequência obtém-se uma definição mais clara e adequada do problema exposto. A partir destas variáveis e utilizando o pensamento sistêmico ou a dinâmica de sistemas, as relações tautológicas poderiam ser adequadamente tratadas.

O trabalho interdisciplinar neste estudo foi observado como positivo, por evitar retrabalho, uma vez que todos os envolvidos estavam nas reuniões, e se caso surgisse alguma interferência com impacto comprometedor na sua área, o responsável teve a liberdade de se manifestar, facilitando a análise das sugestões de melhorias propostas, e a adesão com comprometimento da organização em realizá-las, pois participavam desta elaboração desde o operário ao mais elevado cargo da gestão.

Espera-se que novas pesquisas continuem a contribuir na abordagem da carga e trabalho inadequada, através de aplicações práticas deste método em outras populações, além de abordar a mesma população com acompanhamento longitudinal, podendo por

consequência mensurar qual o impacto das injeções impostas na carga de trabalho do trabalhador e seu impacto financeiro na organização em questão.

Anexo I

Marque "X" em um dos fatores, entre os pares abaixo, que você considera como a fonte mais significativa para a carga de trabalho durante a realização de suas tarefas

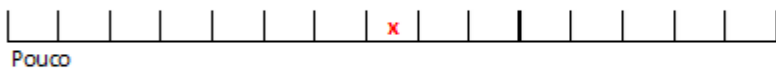
Demanda Mental	X	Demanda Física
Demanda Mental	X	Demanda Temporal
Demanda Mental	X	Performance
Demanda Mental	X	Esforço
Demanda Mental	X	Nível de Frustração
Demanda Física	X	Demanda Temporal
Demanda Física	X	Performance
Demanda Física	X	Esforço
Demanda Física	X	Nível de Frustração
Demanda Temporal	X	Performance
Demanda Temporal	X	Esforço
Demanda Temporal	X	Nível de Frustração
Performance	X	Esforço
Performance	X	Nível de Frustração
Nível de Frustração	X	Esforço

EXEMPLO

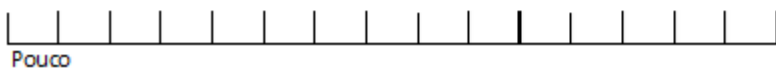
Demanda Mental	X	X Demanda Física
----------------	---	-------------------------

Marque na escala qual a sua opinião sobre o nível de influência dos fatores abaixo para a realização de suas tarefas

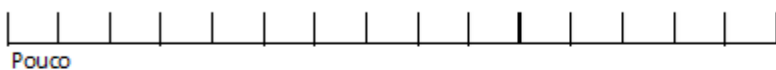
EXEMPLO



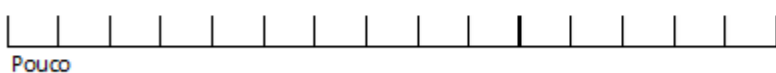
Demanda Mental



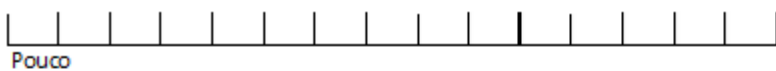
Demanda Física



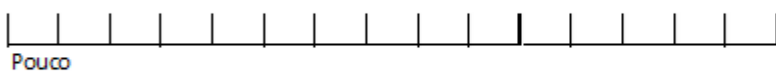
Demanda Temporal



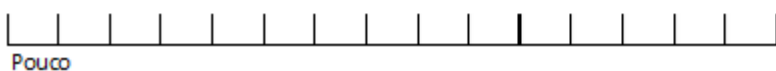
Performance



Esforço (Físico e Mental)



Nível de Frustração



REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.R. Análise comparativa de metodologias para análise, identificação e solução de problemas. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, Programa de pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- ANTUNES, J.J.A.V. *et al.* Critical issues about the Theory of Constraints Thinking Process – A theoretical and practical approach, 15 th POMS – Production and Operation Management Society, Cancun, 2004.
- BALCH, C. M. *et al.* Surgeon Distress as Calibrated by Hours Worked and Nights on Call. American College of Surgeons, v.211, n. 5, Nov 2010.
- CARDOSO M., GONTIJO, L. Avaliação da carga mental de trabalho e do desempenho de medidas de mensuração:NASA TLX e SWAT. Gestão & Produção, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 873-884, 2012.
- CARTER B., *et al.* ‘Stressed out of my box’: employee experience of lean working and occupational ill-health in clerical work in the UK public sector. Work, employment and society, p. 1-21, 2013.
- COX, J.; SPENCER, M. S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- CRUZ, C.; MARQUES, A.; SILVA, R.; COGAN, S. Teoria das Restrições: Um Estudo Bibliométrico da Produção Científica Apresentada no Congresso Brasileiro de Custos (1994-2008). Revista ABCustos. São Leopoldo, v.5, n.1, jan./abr, 2010.
- DANIELS, C. *et al.* Self-Report Measure of Low Back-Related Biomechanical Exposures: Clinical Validation. Journal of Occupational Rehabilitation, v. 15, n. 2, June 2005.
- DARMODY, M., SMYTH E., UNGER, M. Field of Study and Students’ Workload in Higher Education. International Journal of Comparative Sociology, vol. 49, p. 329–346, 2008.
- DINIZ, R. L. Avaliação das Demandas Físicas e Mental no Trabalho do Cirurgião em Procedimentos Eletivos. Porto Alegre, 2003. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DRIESSEN, M. T. *et al.* Participatory ergonomics to reduce exposure to psychosocial and physical risk factors for low back pain and neck pain: results of a cluster randomised controlled trial. *Occupational and Environmental Medicine*, v.68, p.674-681, 2011.

FIERGS – Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. Caderno Setorial Metal Mecânico do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em <<http://adesm.org.br/wp-content/uploads/2011/11/Metal-Mec%C3%A2nico-FIERGS.pdf>> Acessado em 06 de agosto de 2014.

GASCÓN, S. *et al.* A factor confirmation and convergent validity of the “areas of worklife scale” (AWS) to Spanish translation. *Health and Quality of Life Outcomes*, v.11, n.63, 2013.

GOLDRATT, E. M. 1994. Mais que Sorte ... Um Processo de Raciocínio. Editora Educator, São Paulo.

GREGORIADES A.; SUTCLIFFE, A. Workload prediction for improved design and reliability of complex systems. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 93, p.530–549, 2008.

GUPTA, M.C.; BOYD, L.H. 2008. Theory of constraints: a theory for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 28, n°.10, p. 991-1012.

GUSSO, S. *et al.* Design and testing of an MRI-compatible cycle ergometer for non-invasive cardiac assessments during exercise. *BioMedical Engineering OnLine*, v.11, n13, 2012.

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock and N. Meshkati (Eds.) *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press, 1988.

HOLSBACH, L. Análise dos Fatores Humanos e Organizacionais nos Incidentes em Anestesia. Tese de doutorado. Pós-graduação em engenharia de produção, UFRGS, 2005.

HOONAKKER, P. *et al.* Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX). *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, v. 1, p.: 131–143, 2011.

IDRIS, N.M. *et al.* In vivo photodynamic therapy using upconversion nanoparticles as remote-controlled nanotransducers. *Nature Medicine*, v. 18, p. 1580-1585, 2012.

JOHNSON, C.; SMITH, E. C. A Mid-Term Terminal Concept of Operations: Evaluation and Evolution Analysis. IEEE, 2008.

KABER, D. B., ENDSLEY, M. R. The effects of level of automation and adaptive automation on human performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, v.5, n. 2, p. 113–153, March-April 2004.

KLEIN, D.J., DEBRUINE, M. A Thinking process for establishing management policies. *Review of Business*, v.16, n.3, p. 31-37, Spring, 1995.

KOKINI, C. M. *et al.* Considering Context: The Role of Mental Workload and Operator Control in Users' Perceptions of Usability. *Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 28, p. 543–559, 2012.

MESHKATI, N.; HANCOCK, P. A.; RAHIMI, M. Techniques in mental workload assesment. Califórnia: 1992.

NASA Task Load Index (TLX) Computerized Version – v.10. Human Performance Research Group. NASA Ames Research Center, Moffett Field, Califórnia, 1986.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. 1996. A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial. São Paulo: Educator Editora.

PANARI, C. *et al.* Assessing and improving health in the workplace: an integration of subjective and objective measures with the STress Assessment and Research Toolkit (St.A.R.T.) method. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v.7, n.18, 2012.

PARSONS, S.E. *et al.* Assessment of workload during pediatric trauma resuscitation. *Jornal of Trauma and Acute Care Surgery*, v.73, n.5, 2012.

RODRIGUES, Luis Henrique. 1990. Apresentação e Análise Crítica da Tecnologia de Produção Otimizada (Optimized Production Technology – OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC), In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 14., Belo Horizonte.

SARWAR, S.Z., *et al.* Identifying productivity blemishes in Pakistan automotive industry: a case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*. V. 61, N. 2, 2012, p. 173-193.

SAUER, J. *et al.* Effects of display design on performance in a simulated ship navigation environment. *Ergonomics*, v.45, n.5, p.329-347, 2002.

STOLL, R. *et al.* System for Flexible Field Measurement of Physiological Data of Operators Working in Automated Labs. The Association for Laboratory Automation, v.12, 2007.

STRYBEL, T. Z. *et al.* Measuring the Impact of NextGen Operating Concepts for Separation Assurance on Pilot Situation Awareness and Workload. The International Journal of Aviation Psychology, v. 23, n. 1, p.: 1–26, 2013.

SUNDSTRUP, E. *et al.* Participatory ergonomic intervention versus strength training on chronic pain and work disability in slaughterhouse workers: study protocol for a single-blind, randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders, v. 14, n.67, 2013.

WANDERLEY, C. A. N.; COGAN, S. Árvore da realidade atual (ARA), diagrama de dispersão de nuvem (DDN) e árvore da realidade futura (ARF): aplicação em uma bateria de escola de samba do carnaval carioca. ConTexto, Porto Alegre, v.12, n.21, p.41-58, 2012.

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. Journal of Operations Management, v. 25, p. 387-402, 2007.

ZHANG, T., KABER, D., HSIANG, S. Characterisation of mental models in a virtual reality-based multitasking scenario using measures of situation awareness. Theoretical Issues in Ergonomics Science, v. 11, n. 1–2, p. 99-118, January–April 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo identificar as causas raiz de uma carga de trabalho inadequada com intuito de compreender os fatores influentes e suas interligações para melhorar a condição de saúde e segurança dos trabalhadores. Dessa forma, buscou-se (i) realizar uma revisão sistemática de literatura buscando definir carga de trabalho nas suas diversas compreensões; (ii) identificar as causas raiz dentre os fatores que influenciam a carga de trabalho de acordo com o encontrado na literatura; (iii) identificar as causas raiz de uma carga de trabalho inadequada em uma empresa de manufatura.

Na busca para realização dos objetivos propostos do presente estudo, através dos três artigos realizados, obteve-se poucos estudos com definição de carga de trabalho, não havendo na literatura de artigos empíricos uma definição padrão, dificultando desta forma sua compreensão. Além disto, observou-se que os impactos dos malefícios da CT inadequada afetam de forma considerável a saúde e segurança do trabalhador, em contrapartida, poucos estudos apresentaram sugestões alternativas de adaptação desta CT. O foco da presente dissertação foi contribuir com a apresentação de uma alternativa para abordagem na adequação da CT, aprofundando o conhecimento nesta área.

As evidências mostraram que identificando os fatores influentes centrais, ou seja, as causas centrais da inadequação da carga de trabalho, utilizando a lógica de causa e efeito do PP seguindo a TOC, propiciou-se uma análise mais profunda sobre as relações gerais do problema, permitindo uma abordagem com maior conhecimento e visualização da causa e seu efeito.

Juntamente com a maior compreensão, conhecimento e visualização do problema, através da abordagem apresentada neste estudo, oportuniza-se às organizações que se tornem mais competitivas no mercado de trabalho, uma vez que identificando e eliminando as causas raiz na origem da carga de trabalho inadequada, propicia-se a diminuição dos efeitos maléficos à saúde e segurança do trabalhador, como o absenteísmo, rotatividade, problemas musculoesqueléticos e psicológicos relacionados à carga de trabalho inadequada.

Algumas limitações do estudo merecem ser destacadas, por exemplo, a revisão sistemática agrupar apenas artigos empíricos, sendo uma oportunidade de pesquisa futura fazer a mesma revisão em artigos não empíricos, comparar os resultados e verificar a presença ou ausência de gaps nesta literatura. Outro exemplo é que na construção da ARA apresentam-se algumas tautologias que poderiam ser melhor tratadas utilizando outras

abordagens, como o pensamento sistêmico ou a dinâmica de sistemas. Entretanto, optou-se pela ARA porque sua construção permite um melhor entendimento do problema, suas causas, seus efeitos e, por consequência, obtém-se uma definição mais clara e adequada do problema exposto. A partir destas variáveis e utilizando o pensamento sistêmico ou a dinâmica de sistemas, as relações tautológicas puderam ser adequadamente tratadas.

Espera-se que novas pesquisas continuem a contribuir na abordagem da carga e trabalho inadequada, através de aplicações práticas deste método em outras empresas, sistemas produtivos e populações. No mesmo contexto, salienta-se a possibilidade de, além de abordar a mesma população com acompanhamento longitudinal, pode-se consequentemente, mensurar o impacto do aumento ou das injeções impostas na carga de trabalho do trabalhador.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R. Análise comparativa de metodologias para análise, identificação e solução de problemas. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- ANTUNES, J.J.A.V. *et al.* Critical issues about the Theory of Constraints Thinking Process – A theoretical and practical approach, 15 th POMS – Production and Operation Management Society, Cancun, 2004.
- BALCH, C. M. *et al.* Surgeon Distress as Calibrated by Hours Worked and Nights on Call. American College of Surgeons, v.211, n. 5, November 2010.
- BLACKSTONE, J.H. Theory of constraints - A status report. International Journal of Production Research, v.39, n.6, 2001.
- CARDOSO M., GONTIJO, L. Avaliação da carga mental de trabalho e do desempenho de medidas de mensuração: NASA TLX e SWAT. Gestão&Produção, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 873-884, 2012.
- CARTER B., *et al.* ‘Stressed out of my box’: employee experience of lean working and occupational ill-health in clerical work in the UK public sector. Work, employment and society, p. 1-21, 2013.
- CRUZ, C.; MARQUES, A.; SILVA, R.; COGAN, S. Teoria das Restrições: Um Estudo Bibliométrico da Produção Científica Apresentada no Congresso Brasileiro de Custos (1994-2008). Revista ABCustos. São Leopoldo, v.5, n.1, jan./abr., 2010.
- DANIELS, C. *et al.* Self-Report Measure of Low Back-Related Biomechanical Exposures: Clinical Validation. Journal of Occupational Rehabilitation, v. 15, n. 2, June 2005.
- DARMODY, M.; SMYTH E.; UNGER, M. Field of Study and Students’ Workload in Higher Education. International Journal of Comparative Sociology, v. 49, p. 329–346, 2008.
- DRIESSEN, M. T. *et al.* Participatory ergonomics to reduce exposure to psychosocial and physical risk factors for low back pain and neck pain: results of a cluster randomised controlled trial. Occupational and Environmental Medicine, v.68, p.674-681, 2011.
- GASCÓN, S. *et al.* A factor confirmation and convergent validity of the “areas of worklife scale” (AWS) to Spanish translation. Health and Quality of Life Outcomes, v.11, n.63, 2013.

- GOLDRATT, E. M. 1994. Mais que Sorte ... Um Processo de Raciocínio. Editora Educator, São Paulo.
- GOLDRATT, E.M, COX, J. A Meta: Um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2002.
- GOLDRATT, E.M. What is thing called theory of constraints and how should it be implemented?. North River Press, New York, 1990.
- GREGORIADES A.; SUTCLIFFE, A. Workload prediction for improved design and reliability of complex systems. Reliability Engineering and System Safety, v. 93, p.530–549, 2008.
- GREGORIADES, A. *et al.* Human-Centered Safety Analysis of Prospective Road Designs. IEEE, v. 40, n. 2, Mar 2010.
- GREGORIADES, A., SUTCLIFFE, A.G. Automated assistance for human factors analysis in complex systems. Ergonomics, v.49, n. 12-13, 2006.
- GUPTA, M.C.; BOYD, L.H. Theory of constraints: a theory for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v. 28, nº.10, p. 991-1012, 2008.
- GUSSO, S. *et al.* Design and testing of an MRI-compatible cycle ergometer for non-invasive cardiac assessments during exercise. BioMedical Engineering OnLine, v.11, n13, 2012.
- HOONAKKER, P. *et al.* Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX). IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering, v. 1, p.: 131–143, 2011.
- JOHNSON, C.; SMITH, E. C. A Mid-Term Terminal Concept of Operations: Evaluation and Evolution Analysis. IEEE, 2008.
- KERNS, K. An Experimental Approach to Measuring the Effects of a Controller Conflict Probe in a Free Routing Environment. IEEE Transactions on intelligent transportation systems, v. 2, n. 2, June 2001.
- LACERDA, D.P., *et al.* Avaliação da sinergia entre a engenharia de processos e o processo de pensamento da teoria das restrições. Revista Produção, v.21, n.2, p.298-300, 2011.
- MESHKATI, N.; HANCOCK, P. A.; RAHIMI, M. Techniques in mental workload assesment. In J. R. Wilson and E. N. Corlett (eds), Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology, 2nd edn (London: Taylor & Francis), p. 749 -782, 1992.

- PANARI, C. *et al.* Assessing and improving health in the workplace: an integration of subjective and objective measures with the STress Assessment and Research Toolkit (St.A.R.T.) method. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, v.7, n.18, 2012.
- PARSONS, S.E. *et al.* Assessment of workload during pediatric trauma resuscitation. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, v.73, n.5, 2012.
- PAUZIE, A. A method to assess the driver mental workload: The driving activity load index (DALI). *IET Intelligent Transport Systems*, v. 2, n. 4, p. 315–322, 2008.
- PRETORIUS, A., CILLIERS, P.J. Development of a mental workload index: A systems approach. *Ergonomics*, v.50, n. 9, 2007.
- RODRIGUES, Luis Henrique. Apresentação e Análise Crítica da Tecnologia de Produção Otimizada (Optimized Production Technology – OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC), In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 14., Belo Horizonte, 1990.
- RUBIO, S., *et al.* Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology: an International Review*, v.53, p. 61–86, 2004.
- STOLL, R. *et al.* System for Flexible Field Measurement of Physiological Data of Operators Working in Automated Labs. *The Association for Laboratory Automation*, v.12, 2007.
- SUNDSTRUP, E. *et al.* Participatory ergonomic intervention versus strength training on chronic pain and work disability in slaughterhouse workers: study protocol for a single-blind, randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 14, n.67, 2013.
- VARGAS, C.V. *et al.* Analysis of the work of air traffic controllers of the approach control area (APP) os Porto Alegre, Brazil. *Work*, v. 41, p. 151-158, 2012.
- WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. 2007. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. *Journal of Operations Management*, v. 25, p. 387-402.