



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SHEYSA DANYELLE DE FREITAS LEITE

ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO E DO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO A LER/DORT
DOS TRABALHADORES EM ATIVIDADES REPETITIVAS: Estudo de caso

JOÃO PESSOA
2013

SHEYSA DANYELLE DE FREITAS LEITE

**ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO E DO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO A LER/DORT
DOS TRABALHADORES EM ATIVIDADES REPETITIVAS: Estudo de caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Tecnologia, trabalho e organizações.

Orientador: Francisco Soares Másculo, Dr.

JOÃO PESSOA - PB

30 de dezembro de 2013

SHEYSA DANYELLE DE FREITAS LEITE

**ANÁLISE DOS FATORES DE RISCO E DO ÍNDICE DE EXPOSIÇÃO A LER/DORT
DOS TRABALHADORES EM ATIVIDADES REPETITIVAS: Estudo de caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: _____ de _____ de _____

Prof. Francisco Soares Másculo, Dr.
Orientador - UFPB

Prof. Luiz Bueno da Silva, Dr.
Examinador interno - UFPB

Prof. Juscelino Farias Maribondo, Dr.
Examinador externo - UFCG

À minha família, minha base.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha mãe e irmãos pela força de sempre.

À Suélio Queiroz e ao pequeno Isaac por me darem vida.

Aos queridos Eivaldo Lopes e Roberta Santos.

Ao Grupo de Pesquisa Processo de Produção e Saúde (UFPB), em especial a Romero Cardoso.

A todos que fazem o PPGEF UFPB.

Aos professores Francisco Másculo e Luiz Bueno pelas contribuições e orientação.

LEITE, S. D. F. **Análise dos fatores de risco e do índice de exposição a LER/DORT dos trabalhadores em atividades repetitivas: Estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. UFPB. João Pessoa. 2013.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar os fatores de risco e o índice de exposição a LER/DORT dos trabalhadores em atividades repetitivas no setor calçadista. Para tanto foram analisados dados referentes a 71 postos de trabalho da área produtiva de uma empresa calçadista que se caracterizam por possuir um ciclo de tarefa definido, e que tiveram calculados o índice de exposição a LER/DORT nos membros superiores através do método OCRA. O tratamento dos dados foi realizado através da análise exploratória dos dados de LER/DORT e da construção de um Modelo Linear Generalizado (MLG). Este modelo identificou os fatores que mais influenciam o índice de exposição e possibilitou quantificar a chance de elevação deste índice quando os fatores de risco estão presentes nos postos de trabalho. O fator indicado como o mais influente foi o fator “movimentos bruscos”, a presença deste fator aumenta a chance de se elevar o índice de exposição em 2,12 vezes a mais do que quando este fator não está presente.

Palavras-chave: LER/DORT. Método OCRA. Modelos Lineares Generalizados.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the influence of risk factors on exposure to WMSD workers in repetitive activities in the footwear sector. Therefore, we analyzed the data for 71 workplaces in the productive area of a shoe company which are characterized by having a defined task cycle, and had the index of exposure to WMSD upper limbs calculated through the OCRA method. Data analysis was accomplished using the exploratory data analysis of WMSD and construction of a Generalized Linear Model (GLM). This model identified the factors that influence the rate of exposure the most and made it possible to quantify the possible chance of raising this index when risk factors are present in the workplaces. The factor indicated as the most influential one was the "sudden movements" factor, the presence of this factor increases the chance of raising the level of exposure in 2.12 times more than when this factor is not present.

Keywords: WMSD. OCRA method. Generalized Linear Models.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização anatômica de alguns exemplos de LER/DORT no membro superior.	24
Figura 2 – Flexão (ombro).	31
Figura 3 – Extensão (ombro).	31
Figura 4 – Abdução (ombro).	31
Figura 5 – Supinação/Pronação (cotovelo).	32
Figura 6 – Flexão/extensão (cotovelo).	32
Figura 7 – Flexão/extensão (punho).	33
Figura 8 – Desvio radial/ulnar (punho).	33
Figura 9 – Exemplos de tipos de pega.	33
Figura 10 - Fluxograma da construção e análise do modelo (mlg).	44
Figura 11- Valores observados <i>versus</i> valores ajustados.	56
Figura 12- Resíduos <i>versus</i> valores ajustados.	57
Figura 13 – Distância de Cook.	58
Figura 14 – Resíduo componente do desvio <i>versus</i> índice das observações.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativas dos coeficientes do modelo m1.....	51
Tabela 2 - Estimativas dos coeficientes do modelo m2.....	51
Tabela 3 - Estimativas dos coeficientes do modelo m5.....	52
Tabela 4 - Estimativas dos coeficientes do modelo m6.....	52
Tabela 5 - Estimativas dos coeficientes do modelo m7.....	53
Tabela 6 - Resultado dos testes de adequação.	53
Tabela 7 – Análise do desvio para o Modelo m5.....	54
Tabela 8 – Análise do desvio para o Modelo m6.....	54
Tabela 9 – Resultado dos testes de	55
Tabela 10 – Mudanças na estimativa dos parâmetros	60
Tabela 11 – Valores da razão das chances.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cálculo das ações Técnicas Observadas (ATOs)	28
Quadro 2 – Escala de Borg	30
Quadro 3 – Elementos para a determinação do Multiplicador Força (Ff).....	30
Quadro 4 – Pontuação para os tipos de pega.....	33
Quadro 5 – Elementos para a determinação do Multiplicador Postura (Fp).....	34
Quadro 6 – Elementos para a determinação do Multiplicador Estereotipia (Fe).....	34
Quadro 7 – Elementos para a determinação do Multiplicador Fatores complementares (Fc).....	35
Quadro 8 – Pontuação para o fator de recuperação no período de uma hora.....	36
Quadro 9 – Elementos para a determinação do Multiplicador Períodos de recuperação (Ftr).....	36
Quadro 10 – Elementos para a determinação do Multiplicador Duração das tarefas repetitivas (Fd).....	37
Quadro 11 – Classificação dos resultados do índice OCRA	38
Quadro 12 – Variáveis utilizadas no estudo	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Amert	Afecções Músculo-Esqueléticas Relacionadas ao Trabalho
ATO	Ação Técnica Observada
ATR	Ação Técnica Recomendada
CF	Constante de Frequência de ações
DORT	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
Fc	Fatores complementares
Fd	Fator duração das tarefas repetitivas
Fe	Fator estereotipia
Ff	Fator força
Fp	Fator postura
Ftr	Fator tempos de recuperação
IE	Índice de Exposição
IEA	<i>InternationalErgonomicsAssociation</i>
ISO	<i>InternationalOrganization for Standardization</i>
LER	Lesões Por Esforço Repetitivo
LTC	Lesões por Traumas Cumulativos
MLG	Modelo Linear Generalizado
NIOSH	<i>National Institute For Occupational Safety And Health</i>
OCRA	<i>OccupationalRepetitiveActions</i>
OWAS	<i>Ovako Working Posture Analysing System</i>
RULA	<i>RapidUpperLimbAssessment</i>
VR	Variável Resposta
WMSD	<i>Work related Musculo Skeletal Disorders</i>

SUMÁRIO

I.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Tema e problema de pesquisa	14
1.2	Justificativa	18
1.3	Objetivos.....	20
1.3.1	Objetivo Geral.....	20
1.3.2	Objetivos Específicos	20
1.4	Estrutura da dissertação.....	20
II.	REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1	LER/DORT	22
2.2	Método OCRA	26
III.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.1	Classificação da Pesquisa.....	39
3.2	Delimitação do universo de pesquisa	40
3.3	Variáveis de pesquisa.....	41
3.4	Obtenção dos dados.....	42
3.5	Tratamento e análise dos dados	43
IV.	RESULTADOS	46
4.1	Análise exploratória dos dados.....	46
4.1.1	Exposição a LER/DORT (IE)	46
4.1.2	Fatores de risco.....	47
4.2	Construção e análise do modelo	48

4.2.1	Formulação dos modelos	49
4.2.2	Adequação e escolha do modelo.....	53
4.2.3	Consistência do modelo	55
4.2.3.1	Verificação da função de ligação e da função de variância	56
4.2.3.2	Pontos influentes e aberrantes	57
4.2.3.3	Análise confirmatória	59
V.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
	REFERÊNCIAS	66
	ANEXO – Planilha de Cálculo do Índice OCRA.....	71
	APÊNDICE I – Rotina utilizada no Software R	75

I. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a definição do tema que originou o problema de pesquisa; serão descritas a importância e relevância da pesquisa, justificando assim a sua realização; além de apresentar os objetivos a serem alcançados e a estrutura de apresentação do trabalho.

1.1 Tema e problema de pesquisa

O trabalho ocupa lugar central em nossa sociedade e está presente, direta ou indiretamente, em todas as esferas da vida humana. Assim, as condições em que o trabalho é realizado e que conseqüentemente estão submetidos os trabalhadores devem ser compatíveis com as capacidades físicas, cognitivas e psíquicas de cada indivíduo.

À condição de trabalho refere-se qualquer variável do ambiente de trabalho capaz de alterar ou condicionar a capacidade produtiva do indivíduo causando ou não depreciações à sua saúde (BARBOSA FILHO, 2001).

Quando submetido a condições de trabalho inadequadas, o trabalhador está sujeito a sofrer acidentes e/ou adquirir problemas de saúde, gerando custos humanos e econômicos tanto para as organizações quanto para o próprio trabalhador (COSTA e COSTA, 2004).

Os distúrbios de saúde relacionados ao trabalho, em termos legais, são classificados em doença profissional e doença do trabalho.

A doença profissional é aquela produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho, peculiar a determinada atividade, e constante da relação do Ministério da Previdência e Assistência Social (COSTA e COSTA, 2004). Como exemplo pode-se citar a Silicose, Bissinose e Asbestose.

Nesta categoria de distúrbio relacionado ao trabalho, não há necessidade de buscar onexo causal entre as atividades e a patologia, pois independente do trabalho, a doença é a mesma, tem as mesmas características e o agente causador é conhecido (OLIVEIRA, 1998).

As doenças do trabalho, por sua vez, são afecções adquiridas ou desencadeadas em função de condições especiais em que o trabalho é executado (COSTA e COSTA, 2004). Aqui onexo causal entre atividades e patologias não é automático, pois se identifica vários agentes causais, entre os quais os laborais (SAÚDE, 2001). Como exemplo pode-se citar a LER/DORT.

Distúrbios osteomusculares é a maior categoria de doença relacionada com o trabalho, o que representa um terço ou mais de todas as doenças ocupacionais registradas nos Estados Unidos, países nórdicos e Japão(PUNNETT e WEGMAN, 2004).

No Brasil, entre as doenças ocupacionais, as LER/DORT (Lesões Por Esforço Repetitivo/ Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho) representam o principal grupo de agravos à saúde (SAÚDE, 2001). E de acordo com vários autores (ARAUJO, 2001; GHISLENI e MERLO, 2005; SALIM, 2003; SAÚDE, 2001)as LER/DORT vêm assumindo um caráter epidêmico,incapacitando as pessoas tanto para suas atividades profissionais com também para as de sua vida privada.

Segundo Assunção (2003), o problema de LER/DORT constitui um fenômeno universal, de grandes proporções, e em franco crescimento, havendo incidência em vários outros países como: Inglaterra, Japão, Austrália, Estados Unidos, Suécia.

Nos últimos anos a denominação e conseqüentemente a sigla dessas patologias osteomusculares vem sofrendo modificações e críticas. As siglas mais utilizadas no Brasil são: LER (Lesões por Esforços repetitivos) que obteve reconhecimento social e DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho), tradução da sigla mais difundida no mundo WMSD – *Workrelated Musculo Skeletal Disorders*. Podendo ser encontradas as siglas LTC (Lesões por Traumas Cumulativos), Amert (Afecções Músculo-Esqueléticas Relacionadas ao Trabalho) e entre outras (ARAÚJO, 2001).

Uma das principais críticas à sigla LER é que esta não incorpora a totalidade dos elementos patológicos, se referindo apenas ao aspecto repetitivo da tarefa, no entanto, é a sigla que mais facilmente remete ao problema e que está socialmente consolidada (ARAÚJO, 2001).

DORT segundo alguns especialistas seria o termo mais apropriado porque indica sua origem ocupacional e evita a introdução de suposta causa (cumulativa/repetitiva) (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Para este trabalho, no entanto, em concordância com Araújo (2001), será utilizado a sigla geminada LER/DORT, pois assim se faz referência tanto à sigla de reconhecimento social no Brasil como se utiliza a tradução daquela mais utilizada mundialmente na atualidade.

LER/DORT são danos decorrentes da utilização excessiva, impostos ao sistema músculo-esquelético, e da falta de tempo para recuperação. Caracteriza-se pela ocorrência de vários sintomas tais como dor, formigamento, dormência, choque,

sensação de peso e fadiga(MAENO *et al.*, 2006). São lesões ocupacionais representadas principalmente pela tendinite, tenossinovite, bursite, lombalgia, cervicalgia, entre outras (OLIVEIRA, 2011).

As zonas anatômicas mais afetadas por estes distúrbios são a região cervical;os membros superiores(ombros, braço, cotovelo, antebraço, punho, mão e dedos);e de forma geral, a coluna vertebral, particularmente a região lombar (SERRANHEIRA, 2007).

Os principais fatores de risco ocupacionais que causam as LER/DORT e que podem estar presentes isoladamente ou combinados são: movimentos repetitivos; alta frequência e velocidade; uso de força; postura inadequada; tempo de recuperação insuficiente; vibrações; exposição ao frio; entre outros (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Além dos fatores ocupacionais, fatores individuais (ex. idade, sexo, características antropométricas)e fatores psicossociais(ex. insatisfação profissional, relacionamento com os colegas, falta de controle sobre o trabalho) também podem ser causadores de LER/DORT (NIOSH, 1997; SERRANHEIRA, 2007)

Os fatores de risco ocupacionais estão presentes nos mais diversos ramos de atividades e funções, com destaque para as linhas de montagem do setor metalúrgico, financeiro, de autopeças, de alimentação, de processamento de dados e de calçados (ASSUNÇÃO e ALMEIDA, 2003).

A indústria calçadista, objeto deste estudo, tem em seu processo produtivo um forte potencial gerador de LER/DORT, pois se caracteriza em geral por um processo de trabalho de natureza intensiva quanto à mão-de-obra, com realização de atividades em alta velocidade e pequenos ciclos, sendo muitas delas realizadas de forma artesanal (COSTA, 1993; OLIVEIRA, 2011).

Na realidade, as formas iniciais de LER/DORT, segundo Oliveira (1998), apresentam uma boa possibilidade de recuperação, no entanto são as mais difíceis de diagnosticar. Isso se dá principalmente porque em geral esse diagnóstico fica limitado ao exame clínico e à anamnese ocupacional, o que de acordo com Alves (1998), não é aceito pela maioria dos médicos. Portanto a prevenção se constitui como uma boa alternativa para resguardar a saúde do trabalhador.

Sob esse contexto, e no sentido de contribuir para a prevenção e melhoria do cenário de adoecimento de trabalhadores, este estudo propõe responder a seguinte questão de pesquisa: **Qual a relação entre os fatores de risco de obtenção de LER/DORT e o índice de exposição a que estão submetidos os trabalhadores em atividade repetitiva da indústria calçadista?**

1.2 Justificativa

A Previdência Social revela que o número de casos de LER/DORT aumentou 126% entre 2006 e 2007, de 9.845 casos em 2006 para 22.217 casos em 2007. Estima-se que o governo brasileiro teve um gasto em torno de dois bilhões de Reais com os casos de LER/DORT no ano de 2009 (OLIVEIRA, 2011).

No entanto, mais grave que os custos financeiros relacionados à doença do trabalho, são os custos humanos envolvidos. Quase a totalidade dessas patologias, de acordo com Assunção e Almeida (2003), evolui para a incapacidade temporária, seguida muitas vezes por uma incapacidade permanente, culminando com a aposentadoria por invalidez.

A LER/DORT, segundo Oliveira (1998), possui uma facete social excludente colocando o indivíduo à margem do processo de produção no auge da idade mais produtiva.

Assim, os valores elevados de prevalência dessas lesões, e as consequências econômicas, sociais e de saúde, fundamentam a necessidade de prevenção e controle do risco desses distúrbios.

De forma que se possam direcionar melhor as prioridades na intervenção nos postos de trabalho, é importante que se observem os fatores que influenciam significativamente na exposição, visto que as causas das LER/DORT possuem um caráter multifatorial complexo.

Com isso, verifica-se a necessidade de estudos que contribuam para o entendimento de como os fatores de risco ocupacionais influenciam a geração de LER/DORT.

Com o exposto, a pesquisa proposta justifica-se assim no momento em que esta se preocupa em analisar as LER/DORT e os fatores de risco relacionados à geração destas. Podendo contribuir para uma posterior melhora no projeto dos postos de trabalho em questão, auxiliando assim na prevenção e combate a estes distúrbios ocupacionais.

A escolha de uma indústria do setor calçadista como objeto para o estudo proposto justifica-se pelo fato desta possuir características que podem levar à geração de LER/DORT, isto é, trabalho repetitivo, tarefas especializadas, alta velocidade e pequenos ciclos e possuir vários casos de afastamento por consequência das LER/DORT. Além disso, esta se apresenta no cenário nacional como uma das maiores empresas no mercado de sandálias, calçados e artigos esportivos.

1.3 **Objetivos**

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os fatores de risco e o índice de exposição a LER/DORT dos trabalhadores em atividades repetitivas no setor calçadista.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma análise exploratória dos fatores de risco;
- Validar os índices de exposição dos trabalhadores;
- Construir um modelo matemático que explique a relação entre os fatores de risco de obtenção de LER/DORT e o índice de exposição a que estão submetidos os trabalhadores da indústria em estudo.

1.4 **Estrutura da dissertação**

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1: neste capítulo procurou-se apresentar o tema e o problema de pesquisa, assim como suas justificativas e objetivos.

Capítulo 2: este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre assuntos que darão suporte à pesquisa como: as Lesões por Esforço Repetitivo, fatores de risco e o método de avaliação OCRA.

Capítulo 3: o objetivo deste capítulo é apresentar onde, como, com quem e em que tempo foi realizada cada atividade da pesquisa.

Capítulo 4: neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, inicialmente apresenta-se uma análise descritiva dos dados em estudo e em seguida, o resultado da construção e análise dos modelos.

Capítulo 5: o objetivo deste capítulo é apresentar as considerações finais assim como algumas recomendações de trabalhos futuros.

Por fim, são listadas as Referências Bibliográficas consultadas, assim como o Anexo e Apêndice.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta o referencial teórico sobre os principais assuntos que darão suporte à pesquisa como: as Lesões por Esforço Repetitivo, fatores de risco, método OCRA de avaliação.

2.1 LER/DORT

Lesões músculo-esqueléticas é uma preocupação comum nas nações industrializadas, pois têm implicações não só para a saúde do operador, como também impactam negativamente na qualidade final do produto e na produtividade (FINNERAN e O'SULLIVAN, 2011).

Estas lesões, no entanto, não são privilégio dos trabalhadores atuais, visto que, em 1700 Ramazzini (2000), considerado “Pai da Medicina do Trabalho”, já as descreve quando estuda as doenças dos escribas e notários citando o caso de um notário de profissão que contrai uma paralisia do braço devido ao uso do mesmo movimento da mão continuamente.

Atualmente, entende-se LER/DORT (Lesões de Esforços Repetitivos/ Doenças osteomusculares Relacionadas ao Trabalho) como lesões relacionadas ao trabalho, decorrentes da utilização excessiva do sistema músculo-esquelético, caracterizadas pela ocorrência de vários sintomas de aparecimento insidioso como: dor, sensação de peso, fadiga, geralmente nos membros superiores (BRASIL, 2012).

Serranheira (2007) relata que a exposição contínua aos fatores de risco desencadeadores de LER/DORT faz com que os sintomas que surgem inicialmente apenas durante os picos de produção ou no final do dia de trabalho, tornem-se constantes e persistentes, podendo ocorrer também nos períodos de descanso. Além disso, os sintomas de LER/DORT passam a ser desencadeados com esforços mínimos podendo aparecer, em uma fase mais avançada, espontaneamente ou por outros estímulos secundários como mudança das condições térmicas ou a ansiedade.

A origem das LER/DORT é multifatorial, os fatores que desencadeiam esses transtornos podem estar relacionados a aspectos físicos, organizacionais e individuais (SANTOS, 2009).

Os fatores organizacionais são as percepções subjetivas que os trabalhadores têm dos aspectos da organização do trabalho, como a falta de controle sobre as tarefas realizadas, insatisfação no trabalho, monotonia, avaliação de desempenho, etc (SANTOS, 2009).

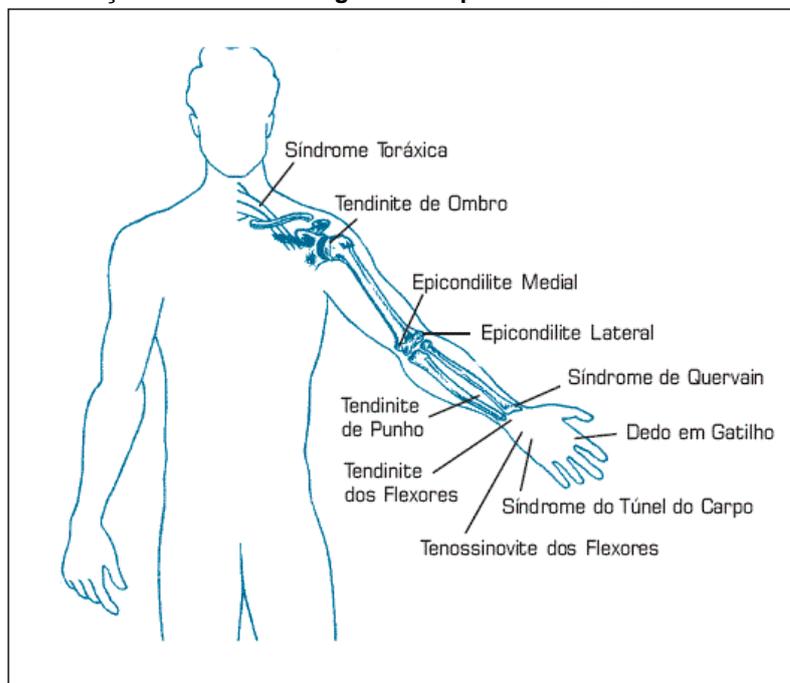
Fatores de risco individuais são aqueles ligados às características pessoais (antropometria, idade, gênero), condição física, antecedentes clínicos e profissionais, etc. (SANTOS, 2009).

Os aspectos físicos do trabalho associados com risco de obtenção de distúrbios osteomusculares frequentemente citados na literatura são a postura, força, tempo de recuperação insuficiente, exposição a temperaturas extremas e a vibração, compressão etc. (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008; ;NIOSH, 1997; PUNNETT e WEGMAN, 2004; SANTOS, 2009; SERRANHEIRA, 2007; SIMONEAU, ST-VINCENT e CHICOINE, 1996)

A presença ou não de um fator de risco no local de trabalho, porém, não é suficiente para avaliar o risco, este dependetambém da frequência, duração e intensidade de cada fator de risco (NIOSH, 1997; SIMONEAU, ST-VINCENT e CHICOINE, 1996).

Os sintomas das LER/DORT referem-se aos tecidos moles do organismo: músculos, tendões, ligamentos, vasos, nervos e às articulações (MENDES, 2005).Dependendo da estrutura do afetada, a doença pode ser uma tenossinovite, síndrome do túnel do carpo, bursite etc. (SIMONEAU, ST-VINCENT e CHICOINE, 1996). O Ministério da Saúde (BRASIL, 1999) lista diversas doenças como relacionadas com o trabalho, aFigura 1 apresenta a localização anatômica de algumas dessas doenças nos membros superiores.

Figura 1 – Localização anatômica de alguns exemplos de LER/DORT no membro superior.



Fonte:Naveiro e Guimarães (2003).

A Tendinite é uma inflamação aguda ou crônica dos tendões. Manifesta-se com mais frequência nos músculos flexores dos dedos, pode ser provocada por

movimentação frequente da estrutura e período de repouso insuficiente (NAVEIRO e GUIMARÃES, 2003).

Epicondilite (lateral ou medial) surge como resposta à sobrecarga do cotovelo por gestos repetitivos ou pela manipulação de cargas excessivas ou de cargas mal distribuídas (SANTOS, 2009).

A Tenossinovite é uma inflamação aguda ou crônica das bainhas dos tendões. Manifesta-se principalmente através de dor, edema e crepitação (estalido) na região. Pode ser provocada pelos mesmos fatores que a tendinite (NAVEIRO e GUIMARÃES, 2003).

A Tenossinovite Estenosante, conhecida como “dedo em gatilho” ocorre nos tendões flexores superficiais dos dedos, geralmente na região da cabeça do metacarpo. Um espessamento no tendão o incapacita de realizar extensão (BRASIL, 2012).

A Síndrome do Túnel do Carpo caracteriza-se pela compressão do nervo mediano no túnel do carpo. Pode ser provocado geralmente por: exigência de flexão do punho, extensão do punho e a tenossinovite ao nível do tendão dos flexores – os tendões inflamados levam a uma compressão crônica e intermitente do nervo mediano (NAVEIRO e GUIMARÃES, 2003).

Síndrome Torácica trata-se de uma compressão neurovascular que afeta, ao nível do ombro, o feixe de nervos, artérias e veias provenientes do pescoço e que se dirigem para o membro superior, na sua passagem pelo ombro (SANTOS, 2009).

A Síndrome de Quervain é uma constrição dolorosa da bainha comum dos tendões do longo abductor do polegar e do extensor curto do polegar. Como estes dois tendões correm dentro da mesma bainha; quando friccionados, costumam se inflamar. O principal sintoma é a dor muito forte no dorso do polegar. Um dos

principais fatores causadores deste tipo de lesão está no ato de fazer força torcendo o punho. (NAVEIRO e GUIMARÃES, 2003)

A ocorrência de forma concomitante das diversas doenças citadas é bastante comum nos casos de LER/DORT (BRASIL, 2012). Apesar desta diversidade de afecções e mecanismos envolvidos, os distúrbios relacionados ao trabalho apresentam algumas características semelhantes:

- É resultado do uso excessivo do sistema músculo-esquelético, isto é, acima da capacidade de recuperação do organismo;
- Em geral se desenvolve gradualmente ao longo do tempo, inicialmente aparecem leves desconfortos que pioram com o tempo podendo evoluir para uma incapacidade para o trabalho;
- A prevenção pode ser bastante eficaz, isto é, o processo de adoecimento pode ser revertido ou evitado com uma prevenção adequada;
- A sobrecarga é resultante de uma combinação de fatores e não de uma causa única. Para a resolução dos problemas, desta forma, uma combinação de soluções deve ser tomada com base em um bom conhecimento das situações de trabalho (SIMONEAU, ST-VINCENT e CHICOINE, 1996)

2.2 Método OCRA

A Ergonomia é uma disciplina científica (IEA, 2000) que estuda a interação entre o homem e o trabalho, no sistema homem-máquina-ambiente (IIDA, 2005) e que pode contribuir no entendimento do fenômeno de adoecimento através da análise da atividade de trabalho.

Para este fim, diversos autores apresentam várias formas de abordagem metodológicas, métodos, técnicas e ferramentas, dentre elas, pode-se citar o Método OWAS (*OvakoWorkingPostureAnalysing System*), para análise de postura; o Método RULA (*RapidUpperLimbAssessment*), para avaliação de risco de lesão músculo-esquelética em geral; o *Spinal Dynamics* e o *HARSim*, ferramentas computacionais para avaliação de carga nos discos intervertebrais; e o Método OCRA (*OccupationalRepetitiveActions*), para avaliação de risco de LER/DORT(MASCULO, 2011).

O Método OCRA, em particular, utilizado neste trabalho, está na base da Norma da *International Organization for Standardization - ISO 11228-3, Ergonomics – Manual handling – Part 3: Handling of Low Loads at high frequency*(ISO, 2007); e da Norma Europeia EN 1005-5, *Safety of machinery - Human physical performance - Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency*(CSN, 2007).

O OCRA é uma metodologia que permite um estudo quantitativo dos postos de trabalho, avaliando as condições ergonômicas agressivas para os membros superiores por movimentos repetitivos (SANTINO, FACCI e MARCATTO, 2008).

Este método foi desenvolvido pelos Drs. Colombini, e Occhipinti da Universidade de Milão, a pedido da Associação Internacional de Ergonomia (IEA) e vem sendo aplicado em empresas na Europa, principalmente na Itália desde 1997. No Brasil, por demanda da área de Engenharia de Fábrica, vem sendo aplicado em diversas empresas, como medida preventiva para eliminação de riscos biomecânicos (MASCULO, 2011).

O OCRA avalia e quantifica os fatores de risco presentes na atividade de trabalho e estabelece um Índice de Exposição (IE) à obtenção de LER/DORT nos membros superiores. Este Índice é o resultado da razão entre o número de Ações

Técnicas Observadas (ATO) durante o turno de trabalho e o número de Ações Técnicas Recomendadas (ATR) (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Ação técnica, no Método OCRA, é definida como uma ação executada pelos membros superiores, que comporta uma atividade mecânica complexa, isto é, compreende certo número de movimentos individuais de músculos, tendões, ligamentos, etc. (BUTTURINI, 2008). A ação técnica deve ser identificada como o conjunto de movimentos de um ou mais segmentos articulares que permitem a execução de uma operação simples de trabalho e não como cada movimento articular (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

De forma objetiva, Santos (2009), diz que em tarefas simples as ações técnicas tratam-se de operações básicas como pegar, colocar, virar, empurrar, puxar, mudar de local, etc.

As Ações Técnicas Observadas (ATOs) são aquelas que podem ser calculadas por análise organizacional (Quadro 1), multiplica-se a duração da tarefa em minutos pela frequência das ações realizadas, que é a razão entre o número de ações por ciclo para cada membro e duração do ciclo repetitivo em minutos.

Quadro 1 – Cálculo das ações Técnicas Observadas (ATOs)

Dados do posto para cálculo das ATOs	Parte do corpo	Ações por ciclo (a)	Duração ciclo, em minutos (b)	Frequência (ações/min.) (c=a/b)	Duração da tarefa (min.) (d)	ATO (cxd)
	Braço direito					
	Braço esquerdo					

Fonte: Másculo (2011).

As Ações Técnicas Recomendadas (ATRs) são calculadas a partir da Equação 1.

$$ATR = \sum_{x=1}^n [CF * (Ff_i * Fp_i * Fr_i * Fc_i) * D_i] * (Ftr * Fd) \quad (1)$$

Onde:

n = número de tarefas repetitivas executadas durante o turno;

i = i-ésima tarefa repetitiva dos membros superiores;

CF = constante de frequência de ações técnicas (30 ações por minuto em condições de referência);

Ff, Fp, Fe, Fc = fatores multiplicativos, escolhidos em relação ao comportamento dos fatores de risco força, postura, estereotipia e fatores complementares em cada i-ésima tarefa considerada;

D = duração em minutos de cada i-ésima tarefa repetitiva;

Ftr = fator multiplicativo para o fator de risco “carência de tempos de recuperação”;

Fd = fator multiplicativo que considera a duração total das tarefas repetitivas.

Os critérios e procedimentos para a determinação das diferentes variáveis que constituem o cálculo da ATR serão apresentados a seguir.

Constante de frequência de ação (CF)

Os autores do método, baseados na literatura e em considerações práticas acerca da aplicabilidade nos setores de produção, determinaram a constante de frequência de ação em 30 ações por minuto, considerando as demais condições de trabalho corretas, isto é, desde que os outros fatores de risco sejam ideais ou insignificantes (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008; MASCULO, 2011).

Fator força (Ff)

O método utiliza a Escala de Borg (Quadro 2), um método subjetivo de quantificação de força. Essa quantificação é baseada na percepção que o próprio trabalhador tem sobre a força aplicada em suas atividades laborais.

Quadro 2 – Escala de Borg

ESCALA DE BORG	
0,0	Nenhum esforço real
0,5	Extremamente fraco
1,0	Muito fraco
2,0	Fraco
3,0	Moderado
4,0	
5,0	Forte
6,0	
7,0	Muito Forte
8,0	
9,0	
10,0	Máximo

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti(2008).

Após a determinação da força para cada ação técnica, calcula-se a média ponderada para o conjunto das ações do ciclo, resultando no esforço médio na atividade analisada, isto é, multiplicam-se os valores(em Escala de Borg) atribuídos a cada ação pela sua fração de duração no ciclo e em seguida somam-se os resultados parciais.

O multiplicador para a Força, por fim, é determinado a partir do Quadro 3, observando o valor correspondente à pontuação da força (em Escala de Borg) obtida(COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Quadro 3–Elementos para a determinação do Multiplicador Força (Ff).

Escala de Borg	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	≥ 5
Multiplicador para a força (Ff)	1	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,20	0,10	0,01

Fonte: Adaptado de Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Fator postura (Fp)

A avaliação da postura no Método OCRA leva em consideração dois fatores básicos: a identificação da presença de posturas ou movimentos inadequados dos ombros, cotovelos, punhos e mãos separadamente para os dois membros; e a proporção do tempo em que alta exigência postural é mantida.

Ombro

Para a articulação escápulo-umeral, considerando um ciclo de trabalho, as “áreas de risco” alcançáveis por movimentos e manutenções em: flexão são as superiores a 80° (Figura 2); em extensão, superiores a 20° (Figura 3); e em abdução, superiores a 45° (Figura 4).

Figura 2 – Flexão (ombro).

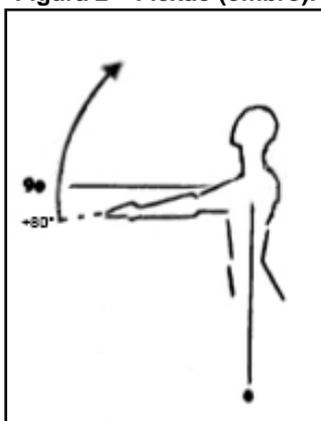


Figura 3 – Extensão (ombro).

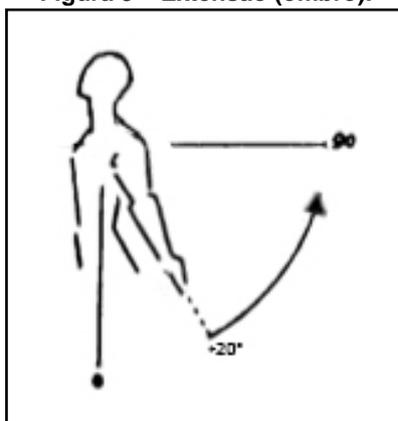
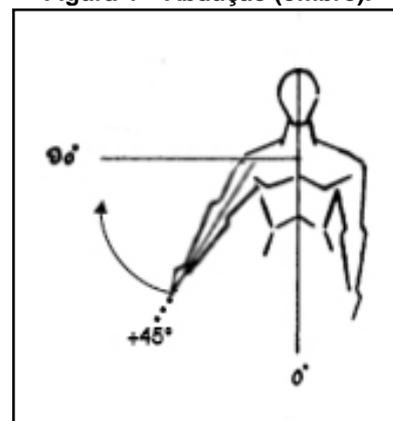


Figura 4 – Abdução (ombro).



Fonte: Adaptado de Portugal(1993).

A pontuação de risco para flexões e/ou abduções acima de 80° é de 4 se os movimentos nesta área ocupam de 10% a 20% do tempo; 8 até 30%; 12 até 40%; 16 até 50%; e 24 acima de 50%. Para as abduções entre 45° e 80° ou extensões acima de 20° é igual a 4 se estes movimentos ocuparem 1/3 do tempo (de 25% a

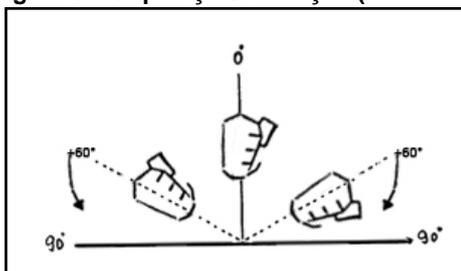
50%); 8 se ocupar 2/3 do tempo (de 51% a 80%); e 12 se ocupar 3/3 do tempo (de 81% a 100%)(COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Cotovelo

Para a articulação do cotovelo, considera-se como “área de risco” os movimentos de pronação e supinação acima de 60° (Figura 5) e a flexão e extensão superiores a 60° independente da posição de partida do cotovelo (Figura 6).

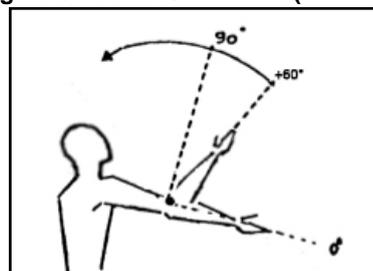
A pontuação relativa ao movimento da pronação e da flexo-extensão é de 2 para 1/3 do ciclo, 4 para 2/3 e 6 para 3/3; e da supinação de 4 (para 1/3), 8 (para 2/3) e 16 (para 3/3)(COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Figura 5 – Supinação/Pronação (cotovelo).



Fonte: Adaptado de Portugal (1993).

Figura 6 – Flexão/extensão (cotovelo).



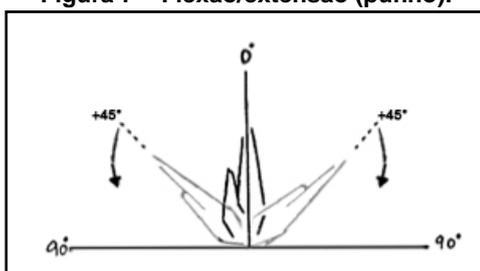
Fonte: Adaptado de Portugal (1993).

Punho

As áreas de risco relacionadas com o punho são as posturas/movimentos em flexão e em extensão superiores a 45°(Figura 7) e em desvio radial (superior a 15°) ou ulnar (superior a 20°) (Figura 8).

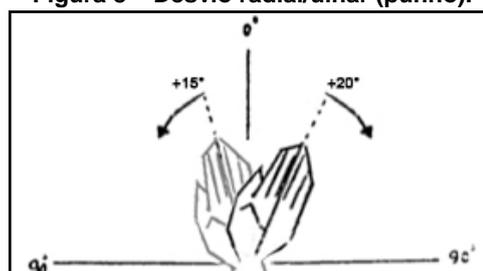
A pontuação relativa à flexão descrita é de 3 (para 1/3 do ciclo), 6 (para 2/3), 9 (para 3/3); para a extensão é de 4, 8 e 12; e para os desvios rádio-ulnares é de 2, 4, e 6 respectivamente (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Figura 7 – Flexão/extensão (punho).



Fonte: Adaptado de Portugal (1993).

Figura 8 – Desvio radial/ulnar (punho).

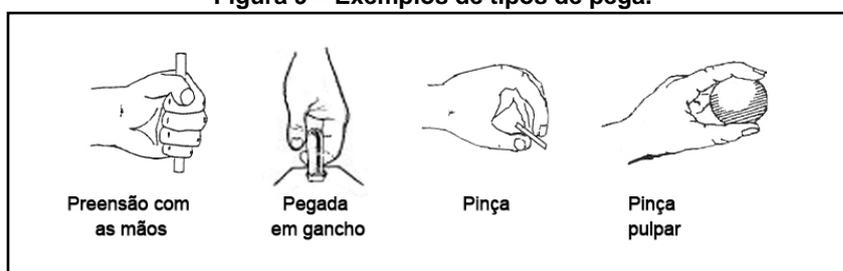


Fonte: Adaptado de Portugal (1993).

Mão

Devido à complexidade e variabilidade postural e de movimento da mão, o Método OCRA faz uma simplificação para a avaliação desse segmento articular, considerando para tanto a descrição das posições de preensão dos dedos. A Figura 9 apresenta alguns exemplos de tipos de pega e o Quadro 4 indica a pontuação atribuída para cada um considerando sua duração no ciclo.

Figura 9 – Exemplos de tipos de pega.



Fonte: Adaptado de Alcoa Alumínio S.A (2013).

Quadro 4 – Pontuação para os tipos de pega.

Tipo de preensão e movimento dos dedos	Porção do tempo de ciclo		
	1/3	2/3	3/3
Grip (3-4 cm)	1	2	3
Grip apertado (1,5cm)	2	4	6
Pinch	3	6	9
Preensão palmar	4	8	12
Preensão a gancho	4	8	12
Digitação e movimentos finos dos dedos	3	6	9

Fonte: Adaptado de Colombini, Occhipintie Fanti (2008).

Utilizando o Quadro 5 determina-se o Multiplicador para a Postura para cada um dos seguimentos articulares analisados. Para fins de cálculo do índice OCRA, utiliza-se o multiplicador (Fp) que corresponde ao valor da exigência postural mais elevada, para cada membro, entre os valores relativos ao ombro, cotovelo, punho e mão (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Quadro 5 – Elementos para a determinação do Multiplicador Postura (Fp).

Valor da pontuação de exigência postural mais elevada	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	≥28
Multiplicador para a postura (Fp)	1	0,70	0,60	0,50	0,33	0,10	0,07	0,03

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Fator estereotipia (Fe)

A estereotipia ou carência de variações na tarefa é classificada no Método em dois níveis em função da prevalência de tempo gasto na execução dos mesmos gestos ou da duração em segundos de ciclos curtos gastos na execução de ações mecânicas. Desta forma, para a escolha do fator multiplicador mede-se o tempo de ciclo em segundos e observa-se em que faixas de percentuais os gestos dos membros superiores são repetidos no tempo total do ciclo. Por fim, utiliza-se o Quadro 6 para encontrar o valor para o multiplicador que melhor representa a realidade da atividade (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008; MASCULO, 2011).

Quadro 6 – Elementos para a determinação do Multiplicador Estereotipia (Fe).

Características da estereotipia	Ausente	Presente com gestos mecânicos iguais a si mesmos durante 51-80% do tempo ou duração de ciclo entre 8 e 15 seg.	Presente com gestos mecânicos iguais a si mesmos durante ≥ 80% do tempo ou duração de ciclo entre 1 e 7 seg.
Multiplicador Estereotipia	1	0,85	0,70

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Fatores complementares (Fc)

Fatores complementares para o Método OCRA são aqueles de natureza ocupacional que compreendem fatores físicos-mecânicos e organizacionais. Os fatores físicos-mecânicos podem ser vibrações, trabalhos de precisão, compressões localizadas sobre mão ou antebraço, exposição temperaturas extremas, o uso de luvas que limitam a habilidade manual, superfícies escorregadias dos objetos manipulados, execução movimentos bruscos, etc.

Os fatores organizacionais, considerados nesta fase da análise, são a presença ou não de ritmos de trabalho completamente determinados pela máquina ou de ritmos de trabalhos vinculados com “áreas de pulmão”, isto é, que podem mesmo que parcialmente serem acelerados ou desacelerados.

Para cada fator complementar identificado é atribuído uma pontuação de acordo com sua duração no ciclo: 4 quando a exposição é 1/3 do ciclo, 8 para 2/3 e 12 para 3/3. No caso, de exposição a instrumentos vibratórios como martelos pneumáticos e esmeril, a pontuação será 8, 12 e 16 respectivamente. A pontuação dos fatores organizacionais é 8 para ritmos impostos mas com presença de áreas de pulmão e 12 quando completamente impostos pela máquina.

Somam-se ao final as pontuações de todos os fatores e determina-se o multiplicador para a presença de fatores complementares de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 – Elementos para a determinação do Multiplicador Fatores complementares (Fc).

Valor da pontuação fatores complementares	0-3	4-7	8-11	12-15	≥16
Multiplicador para os fatores complementares (Fc)	1	0,95	0,90	0,85	0,80

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Fator períodos de recuperação (Ftr)

Períodos de recuperação podem ser considerados aqueles em que existe uma inatividade da estrutura envolvida anteriormente na execução do trabalho. Podem ser, por exemplo, uma pausa para refeição, o fim do turno de trabalho, a alternância da tarefa de trabalho em que haja repouso dos grupos musculares, etc.

Para este fator, os autores do Método, baseados na literatura científica, definem que para o caso de trabalhos repetitivos é aconselhável ter um período de recuperação a cada 60 minutos, com uma relação de 5 (trabalho) e 1 (recuperação), isto é, 50 minutos de trabalho repetitivo e 10 minutos de recuperação.

O procedimento de análise do turno de trabalho se baseia em observar cada hora do turno, uma a uma, verificando se são executadas tarefas repetitivas e se estão incluídos períodos adequados de recuperação, por fim utilizar a pontuação indicada no Quadro 8. Essa pontuação exprime em quantas horas do turno de trabalho não está presente uma recuperação suficiente.

Quadro 8 – Pontuação para o fator de recuperação no período de uma hora.

Relação entre trabalho e recuperação	Pontuação de risco correspondente
De 5:1 a 6:1 (8-10 minutos)	0
De 7:1 a 11:1 (5-7 minutos)	0,5
Além de 11:1 (menos de 5 minutos)	1

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

O número de horas sem recuperação adequada no turno de trabalho é o somatório das pontuações de cada hora analisada do turno. O multiplicador utilizado para o cálculo das ATRs para esse fator é determinado de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 – Elementos para a determinação do Multiplicador Períodos de recuperação (Ftr).

Nº de horas sem adequada recuperação	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Multiplicador para períodos de recuperação (Ftr)	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0
--	---	------	------	------	------	------	------	------	---

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Fator duração das tarefas repetitivas (Fd)

O cálculo do Índice de Exposição OCRA baseia-se em cenários de trabalho nos quais as tarefas repetitivas se prolongam por boa parte do turno, cerca de 7 a 8 horas. No entanto, existem contextos de trabalho que se afastam deste cenário típico. O multiplicador para duração total do trabalho repetitivo no turno é utilizado para que estes afastamentos sejam levados em consideração no cálculo do índice. O Quadro 10 apresenta os elementos para a determinação deste multiplicador. O tempo em minutos indicado é a soma do tempo no turno para a execução de todas as tarefas repetitivas com os membros superiores (COLOMBINI, OCCHIPINTI e FANTI, 2008).

Quadro 10 – Elementos para a determinação do Multiplicador Duração das tarefas repetitivas (Fd).

Minutos gastos no turno em tarefas repetitivas	≤120	121-180	181-240	241-300	301-360	361-420	421-480	>481
Multiplicador duração das tarefas repetitivas	2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,5

Fonte: Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

Finalizado a determinação das diferentes variáveis, calculam-se as ATRs a partir da Equação 1 descrita anteriormente.

Obtido os valores das ATRs e ATOs, calcula-se o Índice de Exposição para cada posto analisado (Equação 2).

$$IE = \frac{ATO}{ATR} \quad (2)$$

Compara-se o índice obtido, com os valores básicos de referência de classificação de risco (Quadro 11) do Método OCRA.

Quadro 11 – Classificação dos resultados do índice OCRA

Área	Valores OCRA	Classificação do risco	Ações consequentes
Verde	Até 2,2	Aceitável	Nenhuma
Amarelo	2,3-3,5	Incerto ou muito leve	Verificar situação
Vermelho	Acima de 3,6	Presente	Reduzir risco, vigilância sanitária, formação

Fonte:Colombini, Occhipinti e Fanti (2008).

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem o objetivo de descrever os procedimentos metodológicos que a pesquisa seguiu para atingir os objetivos propostos, indicando sua classificação, delimitação, as variáveis de pesquisa, forma de obtenção e análise dos dados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Existem várias formas para se classificar uma pesquisa, esta foi classificada do ponto de vista da abordagem do problema, de seus objetivos, e dos procedimentos técnicos (SILVA e MENEZES, 2001).

Quanto à abordagem do problema é considerada quantitativa, pois os fatores envolvidos no estudo foram postos de forma numérica e foram utilizados recursos e técnicas estatísticas de regressão em suas análises (TURRIONI e MELLO, 2011).

Quanto aos objetivos, é um estudo explicativo, pois procura identificar os fatores que contribuem para a geração de LER/DORT em trabalhadores de uma empresa calçadista (GIL, 1991).

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados, esta é uma pesquisa bibliográfica, documental e de modelagem. Bibliográfica porque foi realizada uma revisão de literatura sobre assuntos relacionados às doenças osteomusculares, métodos de avaliação de exposição e métodos de análise de regressão.

A pesquisa documental, segundo Gil (1991), é aquela que “vale-se de materiais que ainda não receberam um tratamento analítico ou que ainda podem ser

reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa”, desta forma este estudo pode ser assim classificado, pois foram utilizados dados de um estudo exploratório, realizado pelo Grupo de Pesquisa Processo de Produção e Saúde (UFPB) do qual a autora desta dissertação faz parte, onde foram mensuradas variáveis relativas aos fatores de risco de LER/DORT através do Método OCRA.

Pesquisa de modelagem, porque através de um modelo matemático tentou-se explicar melhor a relação entre os fatores de risco de obtenção de LER/DORT e o nível de exposição a que estão submetidos os trabalhadores da indústria em estudo (TURRIONI e MELLO, 2011).

3.2 Delimitação do universo de pesquisa

O universo da pesquisa são duas filiais, localizadas nos municípios de João Pessoa e Santa Rita, de uma empresa calçadista de capital nacional pertencente a um grupo empresarial de São Paulo.

A empresa em estudo foi criada em 1907, atualmente é fabricante de várias marcas e compete no mercado de artigos esportivos, calçados e têxteis industriais.

O estudo analisou dados referentes a 71 postos de trabalho da área produtiva da empresa que se caracterizam por possuir um ciclo de tarefa definido, e que tiveram calculados o índice de exposição a LER/DORT nos membros superiores através do método OCRA.

Os postos de trabalho são dos setores de montagem, corte, costura, acabamento e outros. As tarefas envolvidas por eles são variadas, o que inclui situações com diversas exigências posturais, de aplicação de força, de exposição a vibrações, de precisão e de movimentos bruscos e outras.

3.3 Variáveis de pesquisa

As variáveis analisadas utilizadas para alcançar o objetivo deste estudo foram determinadas tomando como base os estudos realizados por Daniela Colombini e Enrico Occhipinti desenvolvedores do Método OCRA, metodologia que está na base da Norma da *International Organization for Standardization* - ISO 11228-3.

Estas variáveis são apresentadas no Quadro 12, assim como a simbologia utilizada para representá-las, sua classificação e dimensão.

Quadro 12 – Variáveis utilizadas no estudo

(continua)

Variáveis		Símbolo	Tipo de variável	Dimensão
Exposição à LER/DORT		IE	Contínua	Índice de Exposição OCRA
Força		For	Dicotômica	Ausência de força (0); Utilização de força (1)
Postura – Ombro	Abdução (>45°)	Oab	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco – Abdução > 45° (1)
	Flexão (>80°)	Ofl	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Flexão (> 80°) (1)
	Extensão (>20°)	Oex	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Extensão (>20°) (1)
Postura – Cotovelo	Supinação (>60°)	Csp	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Supinação (>60°) (1)
	Pronação (>60°)	Cpr	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Pronação (> 60°) (1)
	Flexão (>60°)	Cfl	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Flexão (> 60°) (1)
Postura – Punho	Desvio radial/ulnar (>15°/>20°)	Pds	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Desvio radial/ulnar (>15°/>20°) (1)
	Extensão (>45°)	Pex	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Extensão (>45°) (1)
	Flexão (>45°)	Pfl	Dicotômica	Fora de área de risco(0);Em área de risco - Flexão (>45°) (1)
Postura – Mãos	Pega ampla	Mpa	Dicotômica	Pega adequada (0); Pega de risco (1)
	Pega estreita	Mpe	Dicotômica	Pega adequada (0); Pega de risco (1)
	Pega em pinça	Mpi	Dicotômica	Pega adequada (0); Pega de risco (1)
	Pega palmar	Mpl	Dicotômica	Pega adequada (0); Pega de risco (1)
	Pega em gancho	Mga	Dicotômica	Pega adequada (0); Pega de risco (1)
	Movimento dos dedos	Mmd	Dicotômica	Ausência de movimento fino(0); Presença de movimento fino (1)

Fonte: Elaboração própria (2013)

Quadro 12 – Variáveis utilizadas no estudo

(conclusão)

Variáveis	Símbolo	Tipo de variável	Dimensão
Estereotípi	Est	Ordinal	Ausente (0); Repetitividade entre 51% e 80% (1); Repetitividade maior que 80% (2)
Tempo de recuperação	Trec	Discreta	Número de horas sem recuperação adequada
Fatores de risco complementares	Precisão	Cpre	Ausência de trabalho de precisão (0); Existência de trabalho de precisão (1)
	Vibração	Cvib	Ausência de vibração(0); Existência de vibração (1)
	Compressão	Ccom	Ausência de compressões localizadas sobre mão ou antebraço (0); Existência de compressões localizadas sobre mão ou antebraço (1)
	Impacto	Cimp	Ausência de impactos(0); Existência de impactos (1)
	Movimentos bruscos	Cmbr	Ausência de movimentos bruscos(0); Existência de movimentos bruscos(1)
	Temperaturas	Ctem	Ausência de temperaturas extremas(0); Exposição a temperaturas extremas (1)
	Uso de luvas	Cluv	Não utilização de luvas (0); Utilização de luvas que limitam a habilidade manual (1)
Superfície escorregadia	Cesc	Ausência de superfícies escorregadias dos objetos (0); Existência de superfície escorregadia (1)	
Duração das tarefas repetitivas	Dtr	Discreta	Minutos gastos no turno com todas as tarefas repetitivas
Frequência das ações	Freq	Contínua	Razão do número de ações pela duração do ciclo em minutos

Fonte: Elaboração própria (2013)

3.4 Obtenção dos dados

Os dados utilizados são provenientes de um estudo realizado pelo Grupo de Pesquisa Processo de Produção e Saúde (UFPB) (OLIVEIRA, 2011) em postos de trabalho repetitivos da indústria calçadista, isto é, aqueles que possuem um ciclo determinado na execução da atividade. A utilização da existência de ciclo repetitivo como critério para a seleção dos postos se deu pelo fato desta ser condição

importante no aparecimento de LER/DORT e essencial para a aplicação do método OCRA, como visto na seção 2.2.

A partir deste critério, foram selecionados 71 postos nos quais foi aplicada a ferramenta OCRA para determinar o nível de exposição a LER/DORT nos membros superiores, resultando em 142 índices (membro direito e esquerdo).

Em cada posto foram obtidas informações relativas às posturas adotadas pelos membros superiores, força empregada pelo operador, exposição a temperaturas anormais, vibrações, compressões, espécies de pegos utilizadas, duração do ciclo, número de ações realizadas no ciclo, tempo de trabalho sem recuperação adequada, entre outros.

Com essas informações foram gerados os valores das ações técnicas observadas (ATO) e ações técnicas recomendadas (ATR) para cada membro, chegando-se ao índice final de exposição OCRA, que é enquadrado nos níveis de risco anteriormente apresentados no Quadro 11. Todas as informações foram coletadas em *Planilhas de Cálculo do Índice OCRA* (ver Anexo).

3.5 Tratamento e análise dos dados

O processo de tratamento dos dados iniciou-se com a tabulação e organização das informações contidas nas *Planilhas de Cálculo do Índice OCRA*, para isto utilizou-se o *software* Excel.

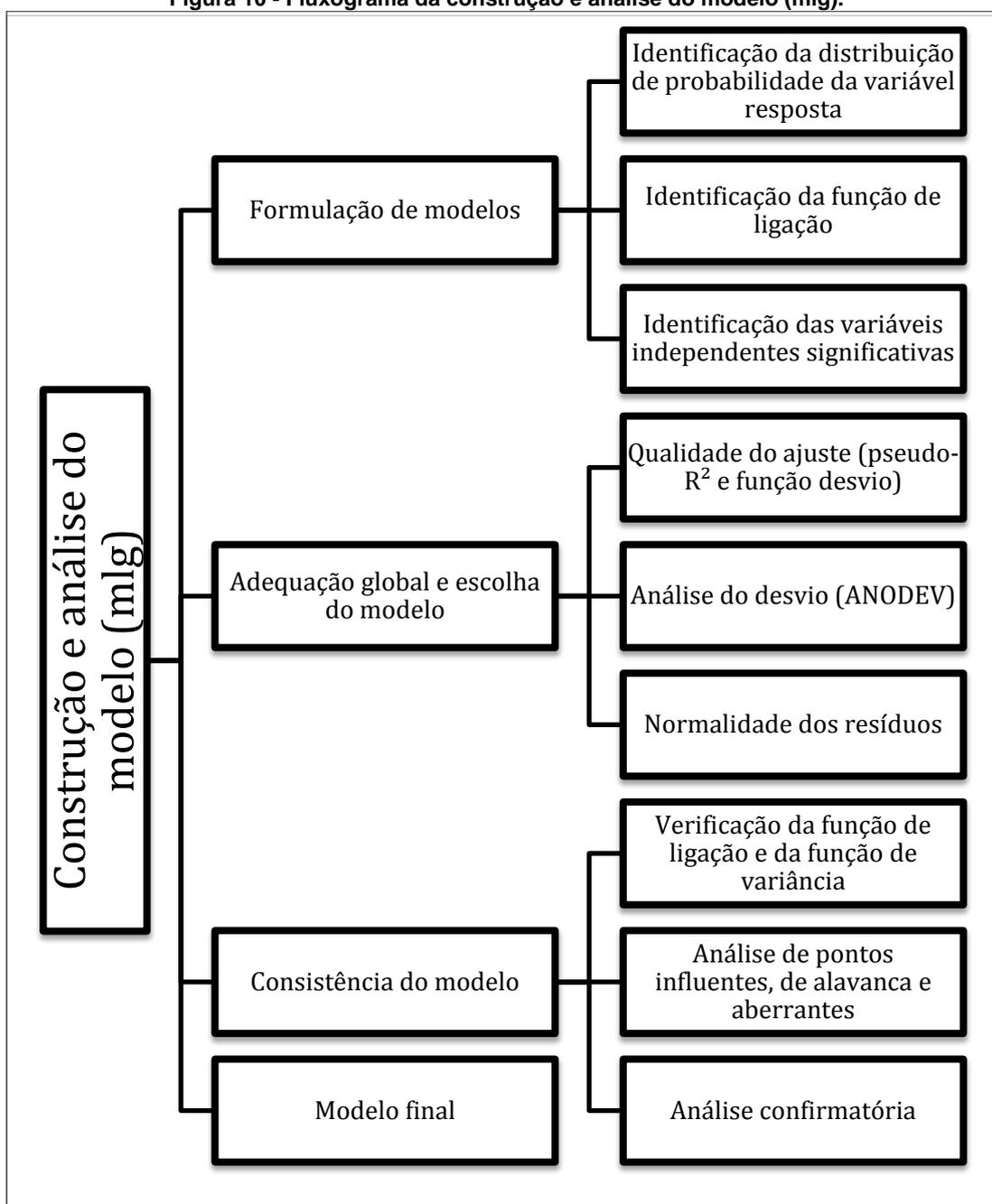
Realizou-se, após esta organização, uma análise exploratória dos dados, permitindo conhecer melhor as variáveis investigadas.

Em seguida foi feita uma análise da relação dos fatores de risco de obtenção de LER/DORT e o índice de exposição a que estão submetidos os trabalhadores da

empresa através da construção e análise de modelo de regressão utilizando modelos lineares generalizados. Estes modelos foram obtidos através do *software* estatístico R, versão 3.0.2 (CRAN, 2013).

As etapas de construção e análise do modelo são representadas no fluxograma da Figura 10:

Figura 10 - Fluxograma da construção e análise do modelo (mlg).



Fonte: Elaboração própria (2013).

A etapa de formulação dos modelos compreende a escolha de opções para a distribuição de probabilidade da variável resposta, covariáveis e função de ligação (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2011).

Identificou-se a distribuição de probabilidade da variável dependente através do teste de normalidade *Shapiro Wilk* e da análise do seu histograma. A significância das variáveis independentes foi verificada a partir da análise do *p-value* respectivo.

A adequação global dos modelos foi verificada a partir do cálculo do valor do coeficiente de determinação ajustado (Pseudo-R²) e da verificação do desvio em relação aos dados originais pela função desvio. Nos modelos considerados melhores foi realizada a análise do desvio (ANODEV) para verificação da aceitação global dos mesmos e a verificação do pressuposto da normalidade dos resíduos através do teste *Shapiro Wilk* e *Lilliefors*.

A consistência do melhor modelo foi demonstrada através de: verificação da função de ligação, por meio da construção do gráfico entre a variável dependente ajustada e o preditor linear; verificação da função de variância, por meio do gráfico dos resíduos *versus* valores ajustados; e da observação de pontos influentes, de alavanca e aberrantes, por meio da Distância de Cook e gráfico do resíduo componente do desvio *versus* índice das observações.

IV.RESULTADOS

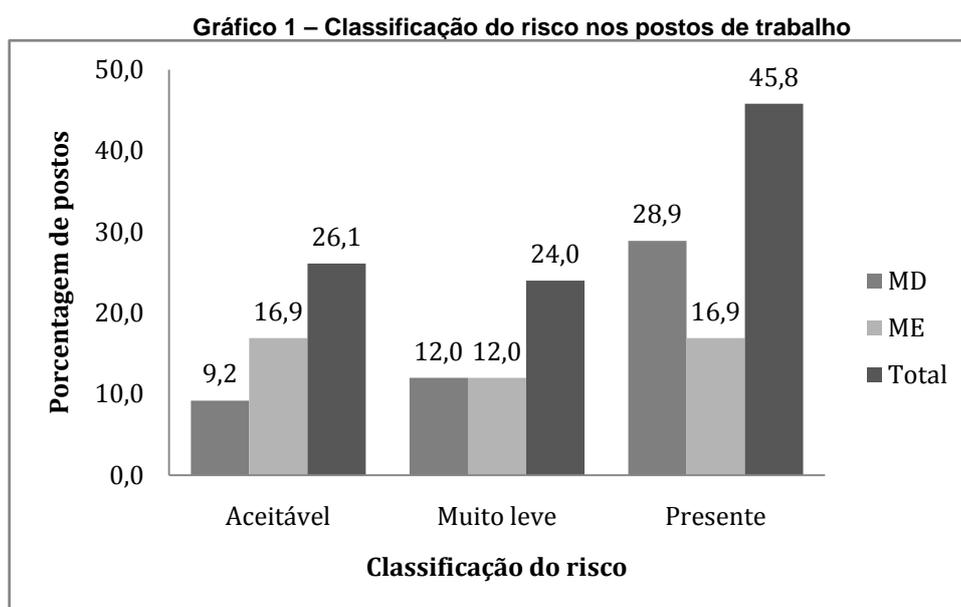
Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, inicialmente apresenta-se uma análise descritiva dos dados em estudo e em seguida, o resultado da construção e análise dos modelos. Toda a rotina realizada no *software* R para a obtenção dos resultados deste capítulo encontram-se no Apêndice I.

4.1 Análise exploratória dos dados

4.1.1 Exposição a LER/DORT (IE)

Os índices de exposição a LER/DORT dos postos de trabalho analisados variam de 0,17 a 46,70, isto é, estão classificados desde um nível de risco aceitável até um nível de alto risco de obtenção de lesões.

Dos 142 índices obtidos, 37 são classificados como risco aceitável (26,1%), em que a exposição é não relevante; 34 como risco muito leve (24,0%), os quais podem levar, especialmente para os valores mais elevados, a modestos excessos de patologias nos sujeitos expostos; e 71 como de risco presente (45,8%), que indica uma exposição tanto mais significativa quanto maior é o valor do índice. O Gráfico 1 apresenta a porcentagem de postos classificados em cada nível de risco separados por membro (direito e esquerdo).



Fonte: Grupo de Pesquisa Processo de Produção e Saúde (UFPB)
 Nota: Dados trabalhados pelo autor.

4.1.2 Fatores de risco

Os fatores de risco considerados neste estudo foram os fatores força, postura, tipos de pegadas, estereotipia, frequência das ações, duração das tarefas repetitivas e outros fatores complementares.

Em relação ao fator força foi observado que em 43% dos postos há necessidade de utilização de força para executar as atividades.

Posturas inadequadas no segmento escápulo-umeral foram observadas em 62% dos postos, sendo a postura do ombro em abdução ($>45^{\circ}$) presente em 44 postos; em flexão acima de 80° em 58 postos e em extensão acima de 20° em 4 postos.

No tocante ao segmento do cotovelo, foram observadas posturas inadequadas em 97,2% dos postos analisados. Em 25 postos observaram-se

trabalhadores com cotovelo em supinação superior a 60°; em 98 postos, cotovelo em pronação; e 136 postos, cotovelo em flexão.

Foi observado que 68,3% dos postos de trabalho repetitivo exigiam condições de alta exigência postural para o segmento do punho. 46 postos exigiam punho em desvio radio-ulnar, 65 em extensão superior a 45° e 25 em flexão superior a 45°.

Em relação ao tipo de preensão com a mão e movimentação dos dedos, 47,2% dos postos apresentaram preensão em área de pega ampla; 23,2% em área de pega estreita; 19,0% pega em pinça; 24,6% em pega palmar; 1,4% em pega em gancho; e 21,1% apresentaram movimentos finos dos dedos.

Pelo menos um tipo de fator complementar de risco foi observado em 52,1% dos postos. O fator precisão foi identificado em 32 postos; uso de instrumentos ou equipamentos vibratórios foi observado em 18 postos; compressões localizadas sobre as mãos dos trabalhadores, em 2 postos; execução de movimentos bruscos, em 11 postos; 16 postos apresentaram a necessidade de uso de luvas (com interferência na habilidade manual exigida); e em 4 postos observou-se a existência de superfície escorregadia nos objetos manipulados.

A maioria dos postos (94%) apresentou estereotipia de grau moderado, isto é o tempo de ciclo estava entre 8 e 15 segundos. A frequência das ações variou de 3,6 a 73,3 (ações/min).

4.2 Construção e análise do modelo

Nesta seção apresentam-se os resultados do processo de construção e análise dos modelos lineares generalizados (MLGs) que relacionam a Exposição a

LER/DORT (variável dependente) com os fatores de risco (variáveis independentes).

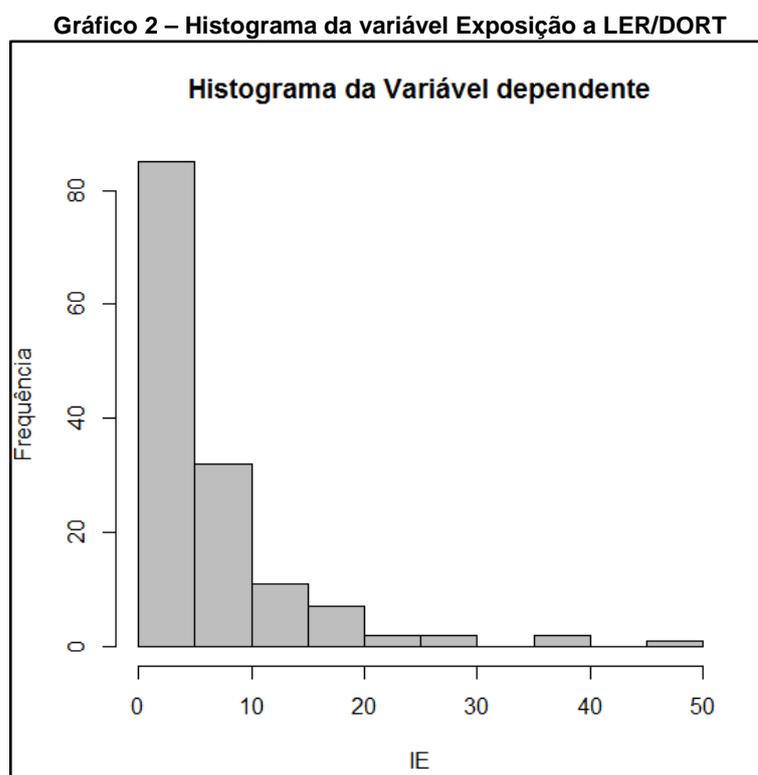
Todas as variáveis consideradas foram apresentadas no Quadro 12.

4.2.1 Formulação dos modelos

Na primeira etapa da construção dos modelos identificou-se a distribuição de probabilidade da variável dependente (família das exponenciais) através do teste de normalidade *Shapiro Wilk* e da análise do seu histograma.

O teste de normalidade indica que os dados não seguem uma distribuição normal, pois se obteve *p-value* de $2,73 \cdot 10^{-16}$, menor que 0,05, assim rejeitou-se a hipótese nula de normalidade.

O histograma da variável Exposição a LER/DORT (IE) é apresentado no Gráfico 2, nele pode-se observar que os dados exibem assimetria apresentando uma configuração próxima das distribuições normal inversa e gama.



Fonte: Elaboração própria (2013).

As distribuições gama e normal inversa são associadas a dados contínuos assimétricos, cujos intervalos de variação são positivos como os da variável dependente Exposição a LER/DORT (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2011).

Vários modelos foram gerados com essas distribuições. Para a normal inversa foram utilizadas as funções de ligação identidade $\eta = \mu$ (modelo m1); logarítmica $\eta = \log(\mu)$ (modelo m2); inversa $\eta = \frac{1}{\mu}$ (modelo m3); e $1/\mu^2$ (modelo m4). Para a distribuição Gama as ligações foram: identidade (modelo m5); logarítmica (modelo m6); e inversa (modelo m7).

Inicialmente, ajustaram-se os modelos incluindo todas as variáveis independentes, sendo progressivamente retiradas dos mesmos aquelas que se apresentavam como não significativas até a obtenção de modelos adequados (ver Apêndice I) (CORDEIRO E DEMÉTRIO, 2011).

As estimativas dos coeficientes dos modelos obtidos, assim como seus respectivos erros padrão, valor de t e $\Pr(>|t|)$ são apresentados nas Tabelas 1,2,3,4 e 5.

Os modelos com distribuição Normal inversa, m3 e m4, que utilizam as funções de ligação inversa e $1/\mu^2$ não conseguiram descrever o comportamento dos dados, não sendo possível efetuar o ajuste pelo algoritmo de estimação do modelo.

Tabela 1– Estimativas dos coeficientes do modelo m1.

Coeficiente	Estimativa	Erro Padrão	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	-1,15702	0,15744	-7,349	$1,82 \cdot 10^{-11}$
For	1,63359	0,28051	5,824	$4,11 \cdot 10^{-08}$
Csp	0,64028	0,14312	4,474	$1,63 \cdot 10^{-05}$
Pds	1,79909	0,52394	3,434	0,000794
Pfl	0,81349	0,13926	5,842	$3,77 \cdot 10^{-08}$
Mpi	1,00015	0,16936	5,905	$2,78 \cdot 10^{-08}$
Mga	0,81858	0,12008	6,817	$2,95 \cdot 10^{-10}$
Cmbr	12,91421	5,97772	2,160	0,032535
Freq	0,14127	0,01144	12,345	$< 2 \cdot 10^{-16}$

Fonte: Elaboração própria (2013).

Tabela 2- Estimativas dos coeficientes do modelo m2.

Coeficiente	Estimativa	Erro Padrão	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	-1,8010940	0,1088842	-16,541	$< 2 \cdot 10^{-16}$
For	0,4602234	0,0813258	5,659	$9,87 \cdot 10^{-08}$
Oab	0,3578273	0,0716437	4,995	$1,94 \cdot 10^{-06}$
Ofi	0,1381253	0,0650536	2,123	0,035704
Csp	0,3876086	0,0864248	4,485	$1,63 \cdot 10^{-05}$
Cpr	0,2527722	0,0629245	4,017	0,000101
Pds	0,4676719	0,0780786	5,990	$2,08 \cdot 10^{-08}$
Pex	0,3783660	0,0691238	5,474	$2,31 \cdot 10^{-07}$
Pfl	0,2434701	0,0917093	2,655	0,008968
Mpa	0,1739454	0,0731389	2,378	0,018908
Mpl	0,2191404	0,0910037	2,408	0,017499
Mga	-0,3309152	0,1154134	-2,867	0,004861
Mmd	0,2153214	0,0882417	2,440	0,016084
Cpre	0,2833073	0,0852810	3,322	0,001172
Cmbr	0,8948380	0,2128579	4,204	$4,96 \cdot 10^{-05}$
Dtr	0,0018179	0,0002934	6,196	$7,72 \cdot 10^{-09}$
Freq	0,0442259	0,0024984	17,701	$< 2 \cdot 10^{-16}$

Fonte: Elaboração própria (2013).

Tabela 3- Estimativas dos coeficientes do modelo m5.

Coeficiente	Estimativa	Erro Padrão	Valor de <i>t</i>	Pr(> <i>t</i>)
Intercepto	-1,05409	0,24202	-4,355	2,65. 10 ⁻⁰⁵
For	1,81932	0,49749	3,657	0,000367
Oab	0,88644	0,29534	3,001	0,003215
Csp	0,94128	0,33655	2,797	0,005932
Pds	1,73468	0,54507	3,183	0,001821
Pex	0,94227	0,36344	2,593	0,010598
Mga	0,79123	0,22053	3,588	0,000468
Est	1,15647	0,38741	2,985	0,003378
Cmbr	13,10007	3,30921	3,959	0,000123
Freq	0,12143	0,01489	8,158	2,35. 10 ⁻¹³

Fonte: Elaboração própria (2013).

Tabela 4- Estimativas dos coeficientes do modelo m6.

Coeficiente	Estimativa	Erro Padrão	Valor de <i>t</i>	Pr(> <i>t</i>)
Intercepto	-1,7499848	0,1767794	-9,899	< 2. 10 ⁻¹⁶
For	0,3832666	0,0867608	4,418	2,13. 10 ⁻⁰⁵
Oab	0,3967177	0,0798165	4,970	2,13. 10 ⁻⁰⁶
Ofl	0,1899417	0,0749383	2,535	0,012481
Csp	0,4977652	0,1013791	4,910	2,77. 10 ⁻⁰⁶
Cpr	0,2974393	0,0826564	3,599	0,000458
Pds	0,4820280	0,0850562	5,667	9,38. 10 ⁻⁰⁸
Pex	0,5153665	0,0785980	6,557	1,28. 10 ⁻⁰⁹
Pfl	0,2428261	0,1124473	2,159	0,032708
Mpa	0,1964400	0,0828004	2,372	0,019183
Mpl	0,2683878	0,1020527	2,630	0,009605
Mmd	0,2658701	0,1000335	2,658	0,008884
Cpre	0,2492703	0,0987287	2,525	0,012818
Cmbr	1,0636263	0,1527350	6,964	1,63. 10 ⁻¹⁰
Dtr	0,0017726	0,0003785	4,683	7,19. 10 ⁻⁰⁶
Freq	0,0371693	0,0024954	14,895	< 2. 10 ⁻¹⁶

Fonte: Elaboração própria (2013).

Tabela 5- Estimativas dos coeficientes do modelo m7.

Coeficiente	Estimativa	Erro Padrão	Valor de t	Pr(> t)
Intercepto	0,8238338	0,0486006	16,951	$< 2. 10^{-16}$
For	-0,0891221	0,0176400	-5,052	$1,48. 10^{-06}$
Oab	-0,0499105	0,0099088	-5,037	$1,59. 10^{-06}$
Ofi	-0,0767143	0,0116142	-6,605	$9,82. 10^{-10}$
Csp	-0,1472910	0,0178859	-8,235	$1,87. 10^{-13}$
Cpr	-0,0797499	0,0150442	-5,301	$4,94. 10^{-07}$
Pds	-0,0445880	0,0160470	-2,779	0,006289
Pex	-0,1556064	0,0177140	-8,784	$9,18. 10^{-15}$
Mpe	0,0265881	0,0113547	2,342	0,020758
Mpi	-0,0840240	0,0168725	-4,980	$2,03. 10^{-06}$
Mga	-0,1337973	0,0357204	-3,746	0,000272
Cvib	0,0634881	0,0170365	3,727	0,000291
Cmbr	-0,0969997	0,0172807	-5,613	$1,19. 10^{-07}$
Dtr	-0,0003291	0,0000554	-5,940	$2,55. 10^{-08}$
Freq	-0,0052523	0,0004551	-11,542	$< 2. 10^{-16}$

Fonte: Elaboração própria (2013).

4.2.2 Adequação e escolha do modelo

Para cada um dos modelos apresentados na subseção anterior foi calculado o valor coeficiente de determinação ajustado(Pseudo-R²) e a respectiva função desvio. A Tabela 6, apresenta o resultado destes cálculos.

Tabela 6- Resultado dos testes de adequação.

Modelo	Família	Função de ligação	Pseudo-R ²	Função desvio
m1	Normal inversa	Identidade	0,8237759	115.7619
m2	Normal inversa	Logarítmica	0,9060838	113.6395
m5	Gama	Identidade	0,8230204	109.6746
m6	Gama	Logarítmica	0,9103456	119.6171
m7	Gama	Inversa	0,8536302	140.4308

Fonte: Elaboração própria (2013).

De acordo com o critério do Pseudo-R² o melhor modelo é o Modelo m6, pois é o que possui o maior valor entre os modelos. A função desvio, por sua vez indica

que o melhor modelo seria o m5, pois apresenta a menor função desvio dentre os modelos. Nos modelos considerados melhores (m5 e m6) foi realizada a análise do desvio (ANODEV) para verificação da aceitação global dos mesmos.

Tabela 7– Análise do desvio para o Modelo m5.

Modelo	g.l	Diferença residual	g.l	Desvio residual
Modelo nulo			141	134.932
For	1	35.947	140	98.986
Oab	1	3.950	139	95.036
Csp	1	5.838	138	89.198
Pds	1	0.654	137	88.545
Pex	1	9.517	136	79.028
Mga	1	2.806	135	76.222
Est	1	0.049	134	76.173
Cmbr	1	13.094	133	63.079
Freq	1	27.943	132	35.137

Fonte: Elaboração própria (2013).

Tabela 8– Análise do desvio para o Modelo m6.

Modelo	g.l	Diferença residual	g.l	Desvio residual
Modelo nulo			141	134.932
For	1	35.947	140	98.986
Oab	1	3.825	139	95.161
Ofl	1	4.248	138	90.914
Csp	1	1.556	137	89.358
Cpr	1	3.839	136	85.519
Pds	1	0.541	135	84.978
Pex	1	13.217	134	71.761
Pfl	1	0.094	133	71.667
Mpa	1	0.004	132	71.663
Mpl	1	0.885	131	70.778
Mmd	1	3.313	130	67.465
Cpre	1	0.312	129	67.153
Cmbr	1	14.405	128	52.748
Dtr	1	1.262	127	51.486
Freq	1	32.604	126	18.882

Fonte: Elaboração própria (2013).

O desvio residual do Modelo m5 (35,137), apresentado na Tabela 7, é inferior ao valor crítico $X_{132,0.05}^2 = 159,814$ (baseado na tabela qui-quadrado). O modelo m6 também apresenta desvio residual (18,882) inferior a $X_{126,0.05}^2 = 153,198$ (Tabela 8). Com isso, pode-se afirmar que os dois modelos (m5 e m6) podem ser aceitos globalmente (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2011; PEREIRA *et al.*, 2007).

Para a escolha do melhor modelo entre os considerados adequados (m5 e m6) foi feita a verificação do pressuposto da normalidade dos resíduos através do teste *Shapiro Wilk* e *Lilliefors*. O resultado destes testes é apresentado na Tabela 9.

Tabela 9– Resultado dos testes de normalidade para os resíduos.

Modelo	<i>Shapiro-Wilk</i> <i>p-value</i>	<i>Lilliefors</i> <i>p-value</i>
m5	0.001886	0.002159
m6	0.2704	0.2106

Fonte: Elaboração própria (2013).

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 9, observa-se que para o Modelo m5 obteve-se $p\text{-value} < 0,05$, assim rejeita-se a hipótese nula podendo afirmar que o resíduo deste modelo não atende ao pressuposto de normalidade. O Modelo m6, por sua vez, tem $p\text{-value} > 0,05$, isto é, o pressuposto de normalidade do resíduo é atendido. Desta forma, o modelo m6 é escolhido como o melhor modelo. Além disso, como foi visto anteriormente o modelo m5 deve ser o preterido, pois possui desvio residual maior que o desvio do modelo m6.

4.2.3 Consistência do modelo

Após a confirmação da adequação global é necessário que a consistência do modelo matemático escolhido (modelo m6) seja demonstrada através da verificação

da função de ligação, da função de variância e avaliação dos gráficos de resíduos, da observação de pontos influentes e aberrantes.

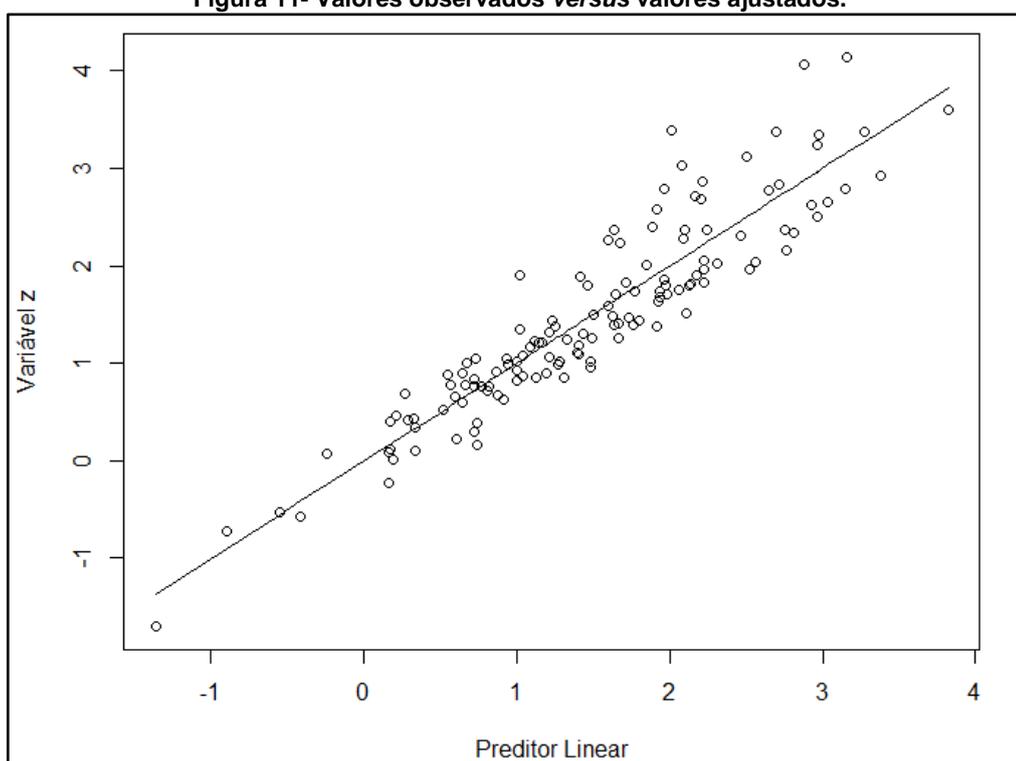
4.2.3.1 Verificação da função de ligação e da função de variância

Um procedimento para verificação da função de ligação consiste na construção de um gráfico entre a variável dependente ajustada e o preditor linear. Se o gráfico plotado for aproximadamente linear, a função de ligação estará correta (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2011).

O valor da variável dependente ajustada é dado pela razão entre a soma do preditor linear com os resíduos de Pearson e a raiz quadrada da matriz estimada de pesos (PAULA, 2010 *apud* OLIVEIRA, 2013).

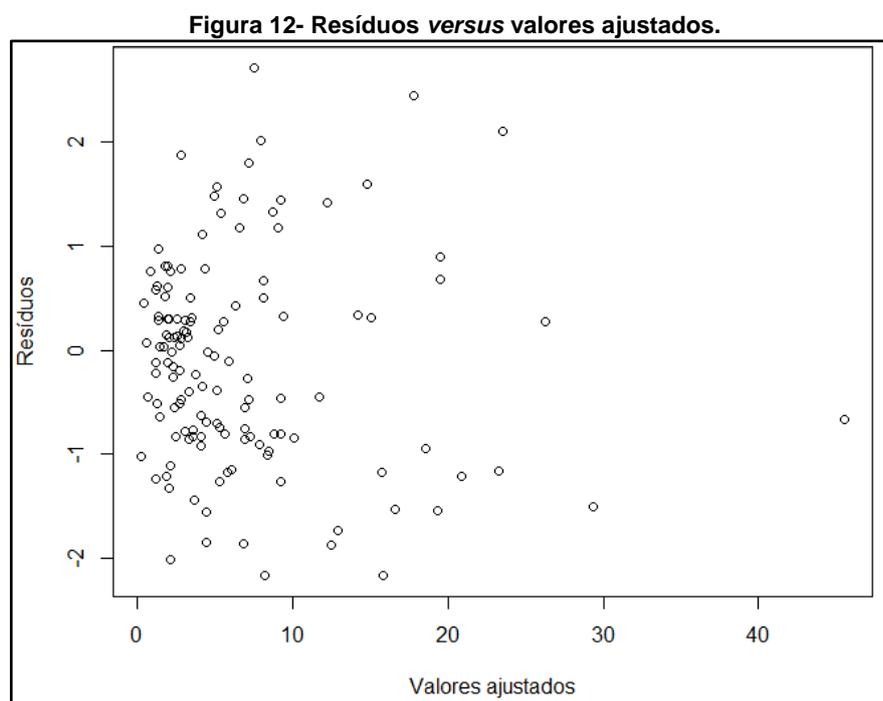
Desta forma observa-se na Figura 11 um comportamento aceitável indicando que os dados foram bem ajustados pelo modelo gama com ligação logarítmica.

Figura 11- Valores observados versus valores ajustados.



Fonte: Elaboração própria (2013).

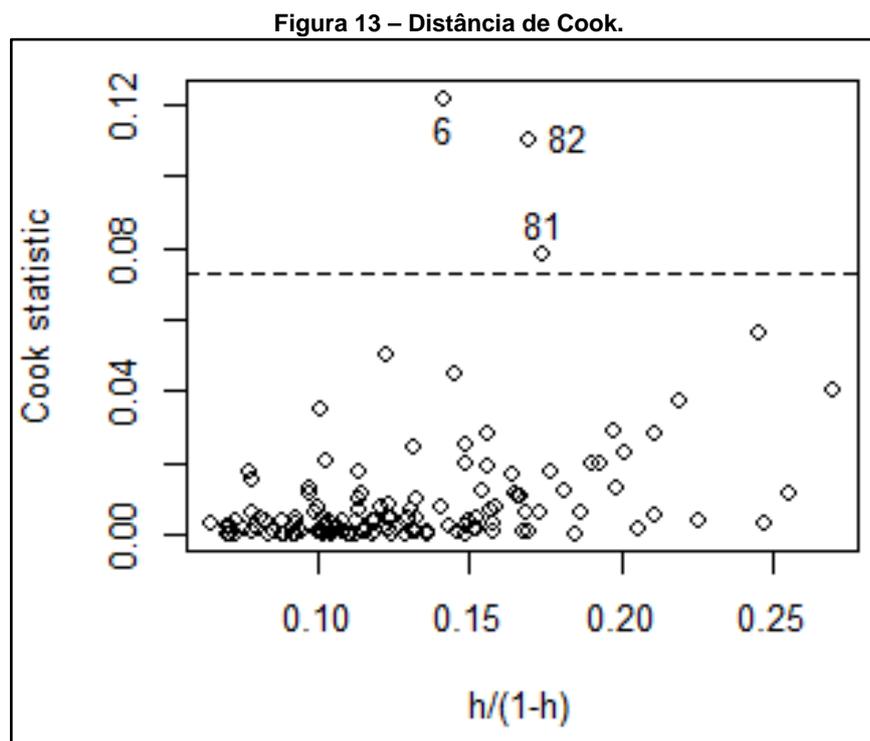
A Figura 12 apresenta o gráfico dos resíduos *versus* valores ajustados, utilizado para verificar a adequação da função de variância (definida na escolha da distribuição gama). A aleatoriedade observada satisfaz a hipótese de variância constante, confirmando a escolha acertada da função de variância (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2011).



Fonte: Elaboração própria (2013).

4.2.3.2 Pontos influentes e aberrantes

A Figura 13 apresenta a Distância de Cook, que consiste em verificar a existência de pontos que modificam o modelo causando variações desproporcionais nos resultados.

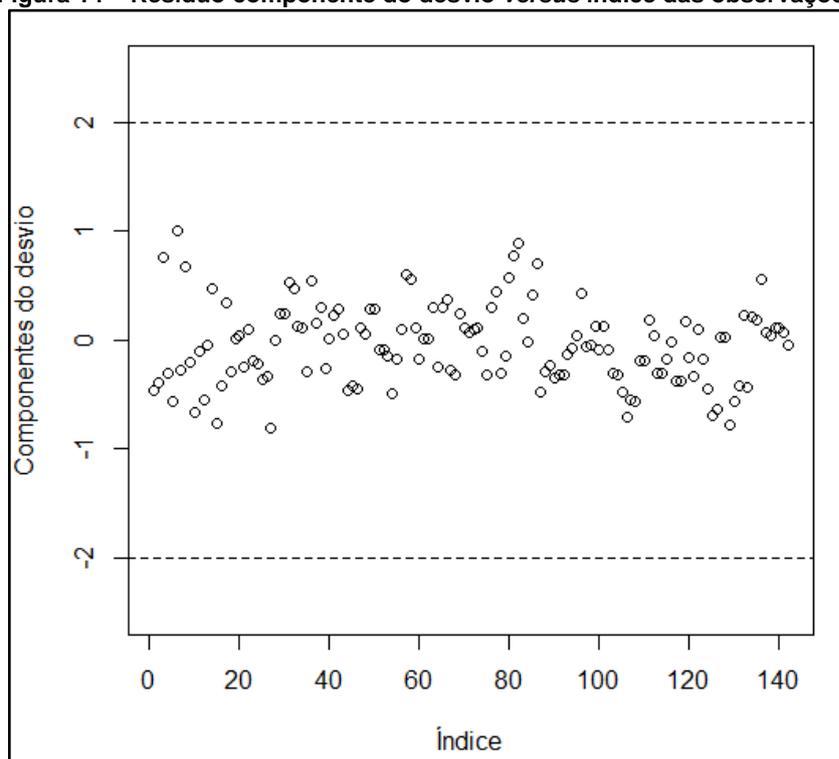


Fonte: Elaboração própria (2013).

No gráfico apresentado, observa-se a existência dos pontos #6, #81, #82 que podem estar influenciando de forma desproporcional as estimativas dos parâmetros do modelo m6.

Para detecção de pontos aberrantes construiu-se o gráfico do Resíduo componente do desvio *versus* índice das observações (Figura 14) (CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2008). São considerados aberrantes aqueles pontos que estão fora do intervalo (-2,2), desta forma, não se observam pontos aberrantes.

Figura 14 – Resíduo componente do desvio versus índice das observações.



Fonte: Elaboração própria (2013).

4.2.3.3 Análise confirmatória

Uma vez detectados os pontos aberrantes ou influentes deve-se fazer uma análise confirmatória com os pontos mais destacados. Esta análise consiste em retirar os pontos, reajustar o modelo e verificar o quanto mudam as estimativas.

Para verificar a mudança nas estimativas utilizou-se a Equação 4 e o resultado das mudanças nas estimativas é apresentado na Tabela 10.

$$\%mudança(\beta) = \left| \frac{\beta^{\wedge}_{(i)} - \beta^{\wedge}}{\beta^{\wedge}} \right| \quad (4)$$

onde, $\beta^{\wedge}_{(i)}$ é a estimativa de β sem os pontos com características distintas dos demais e β^{\wedge} é a estimativa de β com todos os pontos (CYSNEIROS, 2006).

Tabela 10– Mudanças na estimativa dos parâmetros

Variáveis	Com todos os pontos	Excluídos (#6,#81,#82)	Mudança (%)
Intercepto	-1,7499848	-1,6098499	8,0
For	0,3832666	0,4181132	9,1
Oab	0,3967177	0,4581168	15,5
Ofl	0,1899417	0,2571693	35,4
Csp	0,4977652	0,4128540	17,1
Cpr	0,2974393	0,2840914	4,5
Pds	0,4820280	0,4948407	2,7
Pex	0,5153665	0,4412905	14,4
Pfl	0,2428261	0,2540214	4,6
Mpa	0,1964400	0,1612979	17,9
Mpl	0,2683878	0,2552737	4,9
Mmd	0,2658701	0,3163174	19,0
Cpre	0,2492703	0,2359533	5,3
Cmbr	1,0636263	0,7523794	29,3
Dtr	0,0017726	0,0015131	14,6
Freq	0,0371693	0,0351614	5,4
AIC	542,95	492,68	-
<i>Residual deviance</i>	18,882	15,281	-

Fonte: Elaboração própria (2013).

De acordo com a Tabela 10, a exclusão dos pontos influentes #6, #81, #82 acarreta em mudanças significativas nas estimativas do parâmetro do modelo, confirmando que estes pontos influenciam de forma desproporcional o resultado do modelo, desta forma, passa-se a considerar o modelo sem a influência de tais pontos.

4.2.3.4 Conclusão do modelo final

Com a eliminação dos pontos influentes foi verificado consideráveis variações nas estimativas dos parâmetros. Portanto, o modelo final ajustado Gama logarítmico fica dado por:

$$\begin{aligned}
 IE = & e^{-1,609849} e^{0,4181132 * For} * e^{0,4581168 * Oab} * e^{0,2571693 * Ofi} * e^{0,4128540 * Csp} \\
 & * e^{0,2840914 * Cpr} * e^{0,4948407 * Pds} * e^{0,4412905 * Pex} * e^{0,2540214 * Pfl} \\
 & * e^{0,1612979 * Mpa} * e^{0,2552737 * Mpl} * e^{0,3163174 * Mmd} * e^{0,2359533 * Cpre} \\
 & * e^{0,7523794 * Cnbr} * e^{0,0015131 * Dtr} * e^{0,0351614 * Freq}
 \end{aligned}$$

Os valores da razão das chances (*oddsratio*) para cada variável são mostrados na Tabela 11 em ordem decrescente.

Esta razão possibilita obter conclusões sobre a natureza da relação entre a variável resposta do modelo (Exposição a LER/DORT) e cada variável independente. E é definida por $e^{\beta(i)}$, onde $\beta(i)$ é o parâmetro de regressão.

Tabela 11 – Valores da razão das chances.

Variáveis	$e^{\beta(i)}$	Oddsratio
Cnbr	$e^{0,7523794}$	2,12
Pds	$e^{0,4948407}$	1,64
Oab	$e^{0,4581168}$	1,58
Pex	$e^{0,4412905}$	1,55
For	$e^{0,4181132}$	1,52
Csp	$e^{0,4128540}$	1,51
Mmd	$e^{0,4128540}$	1,37
Cpr	$e^{0,2840914}$	1,33
Ofi	$e^{0,2571693}$	1,29
Pfl	$e^{0,2540214}$	1,29
Mpl	$e^{0,2552737}$	1,29
Cpre	$e^{0,2359533}$	1,27
Mpa	$e^{0,1612979}$	1,17
Freq	$e^{0,0351614}$	1,03
Dtr	$e^{0,0015131}$	1,00

Fonte: Elaboração própria (2013).

O modelo apresentado indica que o trabalhador que é exposto ao fator “movimentos bruscos” tem 2,12 vezes mais chances de aumentar o índice de

exposição do que aquele que não trabalha sob essas condições. Sendo este fator que mais influência na variável resposta.

A razão das chances da variável *Pds* indica que atividades que exigem postura de punho em desvio radial/ulnar tem 1,64 mais chances de elevar o nível de exposição a LER/DORT. Ainda em relação às posturas adotadas para o segmento do punho, tem-se: quando em extensão (*Pex*) e flexão (*Pfl*) maior que 45° a chance aumenta em 1,55 e 1,29 respectivamente.

A postura do ombro quando em abdução (>45°) e em flexão aumenta a chance de elevar o índice de exposição em 1,58 e 1,29 respectivamente.

Para o fator Força (*For*), o modelo indica que para aquelas atividades em que o trabalhador percebe o uso de força existe uma chance de 1,52 vezes mais de se aumentar a exposição do que naquelas atividades em que não é percebida o uso de força.

Em relação à questão postural do cotovelo, as atividades que exigem cotovelo em supinação tem chance aumentada em 1,51 do que as que não possuem esta exigência postural; quando em pronação a chance de aumento no índice é igual a 1,33.

Para os fatores de risco relativos ao tipo de pega e movimentação dos dedos das mãos, o modelo indica que para atividades que exigem movimento fino dos dedos, pega palmar e pega ampla as chances de aumentar o índice de exposição são de respectivamente 1,37; 1,29; e 1,17 do que para aquelas atividade que não exigem tais fatores.

As atividades que exigem precisão aumentam em 1,27 vezes a chance de aumentar o índice dos que as que não exigem precisão.

Em relação à frequência das ações, o aumento do número de ações por minuto faz crescer em 1,03 a chance de aumento do índice de exposição a LER/DORT.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa procurou-se analisar a influência dos fatores de risco na exposição a LER/DORT em trabalhadores em atividades repetitivas no setor calçadista. Para tanto foi realizada uma revisão da literatura que proporcionou a compreensão do tema em estudo e aplicada uma metodologia de trabalho que conduziu ao alcance do objetivo estabelecido.

Baseado nos dados obtidos através da ferramenta OCRA aplicada na empresa em estudo foi construído um Modelo Linear Generalizado (MLG) para explicar melhor a relação entre os fatores de risco de obtenção de LER/DORT e o nível de exposição a que estão submetidos os trabalhadores. Este modelo identifica os fatores que mais influenciam o índice de exposição e possibilita quantificar a chance de elevação deste índice quando os fatores de risco estão presentes nos postos de trabalho.

O modelo que melhor representou a influência dos fatores de risco na exposição a LER/DORT foi o modelo Gama logarítmico. Este apresenta uma elevada consistência com um valor de 0,91035 para o pseudo R^2 e com todas variáveis independentes apresentando *p-value* menor que 0,05.

As variáveis independentes consideradas significativas no modelo final, isto é aquelas que têm maior influência na variação do índice de exposição, foram: movimentos bruscos; punho em desvio radial/ulnar; ombro em abdução maior que 45°; punho em extensão maior que 45°; existência de aplicação de força nas atividades; cotovelo em supinação (>60°); movimentos finos dos dedos; cotovelo em pronação (>60°); ombro em flexão (>80°); punho em flexão (>45°); preensão do tipo

ampla; exigência de precisão na execução das atividades; preensão do tipo palmar; frequência das ações; e minutos gastos no turno com todas as tarefas repetitivas.

Este resultado aponta para uma maior importância dos fatores supracitados na geração de LER/DORT na indústria estudada, devendo-se envidar esforços para eliminação ou limitação dos seus efeitos visto que sua influência no índice é bastante expressiva.

Com o exposto, observa-se que o objetivo inicial da pesquisa foi alcançado, no entanto, tem-se a compreensão que as atividades decorrentes desta dissertação não esgotam o tema proposto, pois o estudo sobre a geração de distúrbios laborais é bastante complexo.

Desta forma, sugere-se para contribuir ainda mais com o tema, o desenvolvimento dos seguintes trabalhos:

1. Pesquisa que possibilite mensurar outros aspectos envolvidos na geração de LER/DORT como aspectos psicológicos, biológicos e sociológicos;
2. Estudo que utilize outro indicador, distinto do índice de exposição OCRA utilizado nesta pesquisa, para a exposição a LER/DORT;
3. Estudo que considere além dos fatores de risco aqui analisados, outros fatores físicos, organizacionais e individuais.

Espera-se, contudo que este trabalho venha a contribuir de alguma forma no processo de construção do conhecimento do tema e que este conhecimento possa levar a melhorias que reflitam efetivamente na diminuição da exposição aos fatores de risco, diminuição do adoecimento de trabalhadores e conseqüentemente na melhoria da qualidade de vida destes dentro e fora dos limites das organizações.

REFERÊNCIAS

ALCOA ALUMÍNIO S.A, 2013. Análise de Risco Ergonômico. Disponível em: <<http://www.redproteger.com.ar/biblioteca/04.pdf>>. Acesso em: 27 Julho 2013.

ALVES, P. H. R. O psicossocial e a LER.. In: OLIVEIRA, C. R. **Manual prático de LER**. Belo Horizonte: Health, 1998.

ARAÚJO, J. N. G. A LER/DORT e o seguro de acidentes do trabalho (SAT): questão de saúde pública ou questão política? In: SALIM, C. A.; CARVALHO NETO, A. **Novos desafios em saúde e segurança no trabalho**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2001. p. 125-147.

ASSUNÇÃO, A. A. Sistema músculo-esquelético: lesões por esforços repetitivos (LER). In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2003.

ASSUNÇÃO, A. A.; ALMEIDA, I. M. Doenças osteomusculares relacionadas com o trabalho: membro superior e pescoço. In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2003.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2001.

BARRETO, A. S. **Teoria e aplicações com o programa estatístico R**. Brasília: Ed. do Autor, 2011.

BRASIL. **Portaria n.º 1.339, de 18 de novembro de 1999. Institui a lista de doenças relacionadas ao trabalho, a ser adotada como referência dos agravos originados no processo de trabalho no Sistema Único de Saúde, para uso clínico e epidemiológico**. Ministério da Saúde. Brasília. 1999.

BRASIL. **Dor relacionada ao trabalho: lesões por esforços repetitivos (LER) : distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Dort)**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

BUTTURINI, G. O quadro conceitual para a análise da exposição: definições e interações com a análise do trabalho por meio de sistemas de tempo e métodos. In: COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Método OCRA para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos: manual para a avaliação do risco por movimentos repetitivos e a gestão de risco**. São Paulo: LTr, 2008.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, . E.; FANTI, M. **Método OCRA para a análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos**: manual para a avaliação e a gestão do risco. São Paulo: LTr, 2008.

CORDEIRO, M. G.; DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos lineares generalizados e extensões**. São Paulo: [s.n.], 2011.

CORDEIRO, M. G.; DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos lineares generalizados e extensões**. São Paulo: [s.n.], 2008.

COSTA, A. B. **Competitividade da indústria de calçados**: estudo da competitividade da indústria brasileira. Campinas: UNICAMP, 1993.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. D. F. B. **Segurança e saúde no trabalho**: cidadania, competitividade e produtividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

CRAN. R- 3.0.2 for Windows, 2013. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/index.html>>. Acesso em: ago. 2013.

CSN. **EN 1005-5. Safety of machinery - Human physical performance - Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency**. [S.l.]. 2007.

CYSNEIROS, F. J. A. **Modelo Lineares Generalizados**, 2006. Disponível em: <http://www.de.ufpe.br/~cysneiros/disciplina/MES940/aulaMLGmestrado.pdf>. Acesso em: ago. 2013.

FINNERAN, A.; O'SULLIVAN, L. W. An ergonomic performance prediction model (ergo pro-predict). **Contemporary Ergonomics and Human Factors**, 2011.

GHISLENI, A. P.; MERLO, A. R. C. Trabalhador contemporâneo e patologias por hipersolicitação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivarida de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

IBÁÑEZ, M. V.; PRADES, M.; SIMÓ, A. Modelling municipal waste separation rates using generalized linear models and beta regression. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, 2011.

IEA. Definition of Ergonomics, 2000. Disponível em: <http://www.iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html>. Acesso em: 20 jul. 2013.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

ISO. **ISO 11228-3. Ergonomics — Manual handling — Part 3: Handling of low loads at high frequency**. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. [S.I.]. 2007.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applies Multivariate Statistical Analysis**. 6ª ed. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2007.

MAENO, M. et al. **Lesões por esforços repetitivos (LER). Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Dor relacionada ao trabalho. Protocolos de atenção integral à saúde do trabalhador de complexidade diferenciada**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

MASCULO, F. S. Ferramentas de ergonomia física. In: MASCULO, F. S.; VIDAL, M. C. **Ergonomia: Trabalho adequado e eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ABEPRO, 2011.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized linear models**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1989.

MENDES, R. **Patologia do trabalho**. 2ª Edição. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

NAVEIRO, R. M.; GUIMARÃES, C. P. Uma aplicação da Análise Biomecânica no Processo de Montagem de Produtos Industriais. **Revista Produção**, v. v. 13 n. 1, 2003.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models.. **Journal of the Royal Statistical Society**., v. 135, 1972.

NIOSH - NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back**. Cincinnati: [s.n.], 1997.

OLIVEIRA, C. R. **Manual prático de LER**. Belo Horizonte: Health, 1998.

OLIVEIRA, R. C. **Utilização do OCRA para análise da influência de posturas forçadas na geração de DORT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2011.

OLIVEIRA, S. **Inferência e análise de resíduos e diagnóstico em modelos lineares generalizados**. Monografia (Departamento de Estatística) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.

PEREIRA, F. C.; CORDEIRO, G. M.; DREYER, G.; MATTOS, D. **Um modelo logístico-linear aplicado à filariose bancroftiana**. Revista Bras. Biom. São Paulo, v.25. 2007.

PORTUGAL. **Tabela Nacional de Incapacidades**. [S.l.]: [s.n.], 1993.

PUNNETT, L.; WEGMAN, D. H. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 14, p. 13–23, 2004.

RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. São Paulo: Fundacentro, 2000.

ROSSI, R. M. et al. *Estimate of the condition factor of fish of the *Tracydoras paraguayensis* species: a Bayesian perspective*. **Acta Scientiarum**, 2007.

SALIM, C. A. **Doenças do trabalho: exclusão, segregação e relações de gênero. São Paulo em perspectiva**, 2003.

SANT'ANNA, A. M. O. **Método de orientação à modelagem de dados mensurados em proporção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. UFRGS. Porto Alegre. 2006.

SANTINO, E.; FACCI, R.; MARCATTO, E. Nota à Edição Brasileira. In: COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Método OCRA para análise e a prevenção do risco por movimentos repetitivos**. São Paulo: LTr, 2008.

SANTOS, J. M. S. **Desenvolvimento de um guião de seleção de métodos para análise do risco de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT)**. Universidade do Minho. Tese (Mestrado em Engenharia Humana). Minho. 2009.

SANTOS, R. L. S. **Análise da influência de parâmetros acústicos na inteligibilidade da fala: um estudo em salas de aula de escolas municipais de**

João Pessoa. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. UFPB. João Pessoa. 2011.

SAÚDE, B. M. D. Lesões por esforços repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Brasília: [s.n.], 2001.

SERRANHEIRA, F. M. S. Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho: que métodos de avaliação do risco? Tese (Doutorado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. 2007.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SIMONEAU, S.; ST-VINCENT, M.; CHICOINE, D. Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs): A better understanding for more effective prevention. Saint-Léonard: Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec, 1996.

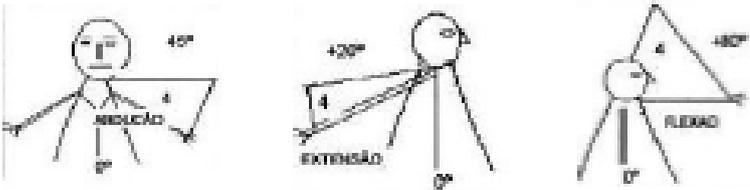
SOUZA, E. L. Modelos aditivos generalizados para a avaliação da intenção de compra dos consumidores. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2012.

TURKMAN, M. A. A.; SILVA, G. L. Modelos lineares generalizados: da teoria à prática. Lisboa: [s.n.], 2000.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção. Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Itajubá: Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, UNIFEI, 2011.

ANEXO – Planilha de Cálculo do Índice OCRA

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE OCRA

Localização:		Caracterização:																	
Local (1):		Processo (4):																	
Área (2):		Tarefa (5):																	
Posto (3):		Ação (8)																	
Data:		Equipe:																	
Membro superior esquerdo		Membro superior direito																	
Posições e movimentos do ombro-sumeral	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Pontuação</th> <th>Escore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Abdução (+45° a 90°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> <tr> <td>Flexão/abdução (+90° a 120°) 20% do tempo</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> <tr> <td>Extensão (+20°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> </tbody> </table>				Pontuação		Escore	Abdução (+45° a 90°)	0	0	0 ou 4	Flexão/abdução (+90° a 120°) 20% do tempo	0	0	0 ou 4	Extensão (+20°)	0	0	0 ou 4
		Pontuação		Escore															
Abdução (+45° a 90°)	0	0	0 ou 4																
Flexão/abdução (+90° a 120°) 20% do tempo	0	0	0 ou 4																
Extensão (+20°)	0	0	0 ou 4																
Movimentos do cotovelo	 <p>Movimentos nas áreas de risco</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Pontuação</th> <th>Escore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Supinação (+60°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> <tr> <td>Pronação (+60°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 2</td> </tr> <tr> <td>Flexão/extensão (+60°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 2</td> </tr> </tbody> </table>				Pontuação		Escore	Supinação (+60°)	0	0	0 ou 4	Pronação (+60°)	0	0	0 ou 2	Flexão/extensão (+60°)	0	0	0 ou 2
		Pontuação		Escore															
Supinação (+60°)	0	0	0 ou 4																
Pronação (+60°)	0	0	0 ou 2																
Flexão/extensão (+60°)	0	0	0 ou 2																
Posição e movimentos dos pulsos	 <p>Movimento nas áreas de risco</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Pontuação</th> <th>Escore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desvio R/U (+15°/20°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 2</td> </tr> <tr> <td>Extensão (+45°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> <tr> <td>Flexão (+45°)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 3</td> </tr> </tbody> </table>				Pontuação		Escore	Desvio R/U (+15°/20°)	0	0	0 ou 2	Extensão (+45°)	0	0	0 ou 4	Flexão (+45°)	0	0	0 ou 3
		Pontuação		Escore															
Desvio R/U (+15°/20°)	0	0	0 ou 2																
Extensão (+45°)	0	0	0 ou 4																
Flexão (+45°)	0	0	0 ou 3																

Tipos de pega e movimento dos dedos das mãos	Tipo de pega e posições dos dedos																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pontuação</th> <th>Escore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Área de pega ampla (3 a 4 cm)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 1</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Área de pega estreita (1,5 cm)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 2</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pega em pinça</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 3</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pega palmar</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 3</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pega em gancho</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 4</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Movimento dos dedos</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 ou 3</td> </tr> </tbody> </table>		Pontuação	Escore	<input type="checkbox"/> Área de pega ampla (3 a 4 cm)	0	0	0 ou 1	<input type="checkbox"/> Área de pega estreita (1,5 cm)	0	0	0 ou 2	<input type="checkbox"/> Pega em pinça	0	0	0 ou 3	<input type="checkbox"/> Pega palmar	0	0	0 ou 3	<input type="checkbox"/> Pega em gancho	0	0	0 ou 4	<input type="checkbox"/> Movimento dos dedos	0	0	0 ou 3	   																
	Pontuação	Escore																																											
<input type="checkbox"/> Área de pega ampla (3 a 4 cm)	0	0	0 ou 1																																										
<input type="checkbox"/> Área de pega estreita (1,5 cm)	0	0	0 ou 2																																										
<input type="checkbox"/> Pega em pinça	0	0	0 ou 3																																										
<input type="checkbox"/> Pega palmar	0	0	0 ou 3																																										
<input type="checkbox"/> Pega em gancho	0	0	0 ou 4																																										
<input type="checkbox"/> Movimento dos dedos	0	0	0 ou 3																																										
Fatores complementares	Para qualquer fator complementar indicado para período do ciclo																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1//3</th> <th>2//3</th> <th>3//3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Precisão</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Vibração</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Compressão</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Impacto</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Movimento brusco</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Temperaturas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Uso de luvas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Natureza escorregadia da superfície</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1//3	2//3	3//3	<input type="checkbox"/> Precisão				<input type="checkbox"/> Vibração				<input type="checkbox"/> Compressão				<input type="checkbox"/> Impacto				<input type="checkbox"/> Movimento brusco				<input type="checkbox"/> Temperaturas				<input type="checkbox"/> Uso de luvas				<input type="checkbox"/> Natureza escorregadia da superfície				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>			Total		E	D	0
	1//3	2//3	3//3																																										
<input type="checkbox"/> Precisão																																													
<input type="checkbox"/> Vibração																																													
<input type="checkbox"/> Compressão																																													
<input type="checkbox"/> Impacto																																													
<input type="checkbox"/> Movimento brusco																																													
<input type="checkbox"/> Temperaturas																																													
<input type="checkbox"/> Uso de luvas																																													
<input type="checkbox"/> Natureza escorregadia da superfície																																													
Total																																													
E	D																																												
0	0																																												
Característica de estereotípia	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Repetitividade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ausente</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Repetitividade entre 51% e 80% do tempo ou ciclo entre 8 e 15 segundos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Repetitividade maior que 80% do tempo ou ciclo entre 1 e 7 segundos</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Repetitividade		Ausente		Repetitividade entre 51% e 80% do tempo ou ciclo entre 8 e 15 segundos		Repetitividade maior que 80% do tempo ou ciclo entre 1 e 7 segundos																																		
	Repetitividade																																												
Ausente																																													
Repetitividade entre 51% e 80% do tempo ou ciclo entre 8 e 15 segundos																																													
Repetitividade maior que 80% do tempo ou ciclo entre 1 e 7 segundos																																													
<table border="1"> <tr> <td>Números de horas sem recuperação adequada</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Minutos gastos no turno com todas as tarefas repetitivas</td> <td></td> </tr> </table>		Números de horas sem recuperação adequada		Minutos gastos no turno com todas as tarefas repetitivas																																									
Números de horas sem recuperação adequada																																													
Minutos gastos no turno com todas as tarefas repetitivas																																													

Constante de frequência de ações por minuto

		Fator força (esforço percebido)									
Borg	Fator	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	>=5
		1	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,2	0,1	0,01
									Total	E	#REF!
										D	#REF!

		Fator postura							
Valor	Fator	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	>=28
		1	0,7	0,6	0,5	0,35	0,1	0,07	0,03

		E		D	
Tarefa(s)	Ombro	0	0	0	0
	Cotovelo	0	0	0	0
	Pulso	0	0	0	0
	Total	0	0	0	0
Score do tipo de pega	Total	0	0	0	0

		Fator: elementos complementares de risco					Total	
valor:	Fator:	0 a 3	4 a 7	8 a 11	12 a 15	>=16	E	D
		1	0,95	0,9	0,85	0,8	0	0

		Fator horas de trabalho sem pausa								
NE hor	Fator	0	1	2	3	4	5	6	7	8
		1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,25	0,1	0
									Verificado	0

		Fator duração total de tarefas repetidas							Duração
Minuto	Fator	<120	121 a 180	181 a 240	241 a 300	301 a 360	361 a 420	421 a 480	>481
		2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,5
									0

Frequência (constante)	Força	Postura	Estereotípia	Fatores complementares	Tempo sem pausa	Duração da tarefa repetitiva	Duração da atividade	Total ATR
D	30							
E	30							

$$L.E. := \frac{NE \text{ de ações totais observadas na atividade repetitiva}}{NE \text{ de ações recomendadas}} = \frac{ATO}{ATR} = \text{valor} \quad D$$

Valores OCRA	Nível de risco
Até 2,2	Aceitável
Entre 2,3 e 3,5	Risco muito baixo
Maior que 3,5	Risco presente

$$\frac{ATO}{ATR} = \text{valor} \quad E$$

 APÊNDICE I – Rotina utilizada no Software R

```

###Lendo e anexando os dados.
dados<-read.table(file.choose(), head=T, dec=",")
attach(dados)

###Obtenção e análise dos modelos

##Carregandopacotes
library(boot)
library(nortest)
library(MASS)
library(fmsb)

##Verificação da distribuição da variável dependente IE
#histograma
hist(IE, main="Histograma da Variável dependente", xlab="IE", ylab="Frequência")
#teste de normalidade Shapiro Wilk
shapiro.test(IE)

#pvalor menor que 0,05 então rejeita-se H0 que afirma que os dados seguem a uma
distribuição normal.
#Resultado assimetria e rejeição de hipótese de normalidade. Variável com
distribuição gama ou normal inversa.

#####
##Construção dos modelos##
#####

# Para cada distribuição (gama e normal inversa) usar funções de ligação
disponíveis

##Modelo m1: Normal inversa e função de ligação identidade##
m1=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+M
ga+Mmd+factor(Est)+Trec+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+F
req, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)

#retirando Trec
m1=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+M
ga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq,
family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))

```

```
summary(m1)
```

```
#retirando Cpre
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando Cvib
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando OfI
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando Mmd
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+factor(Est)+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando Cimp
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+factor(Est)+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando Mpl
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+factor(Est)+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirando Mpl
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+factor(Est)+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

#retirando Est

```
m1=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Oex

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Mpe

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Ctem

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Ccom

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Dtr

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Cluv+Cesc+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Cesc

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Cluv+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

#retirando Cluv

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Freq, family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m1)
```

```
#retirando Cluv
```

```
m1=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Freq,
family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirandoOab
```

```
m1=glm(IE~For+Csp+Cpr+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Freq,
family=inverse.gaussian (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirandoCpr
```

```
m1=glm(IE~For+Csp+Pds+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Cmbr+Freq, family=inverse.gaussian
(link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
#retirandoMpa
```

```
m1=glm(IE~For+Csp+Pds+Pfl+Mpi+Mga+Cmbr+Freq, family=inverse.gaussian
(link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m1)
```

```
Call:
glm(formula = IE ~ For + Csp + Pds + Pfl + Mpi + Mga + Cmbr +
     Freq, family = inverse.gaussian(link = "identity"), control = glm.control(maxit = 50))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.60093  -0.20267  -0.06616   0.08369   0.51192

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.15702    0.15744  -7.349 1.82e-11 ***
For          1.63359    0.28051   5.824 4.11e-08 ***
Csp          0.64028    0.14312   4.474 1.63e-05 ***
Pds          1.79909    0.52394   3.434 0.000794 ***
Pfl          0.81349    0.13926   5.842 3.77e-08 ***
Mpi          1.00015    0.16936   5.905 2.78e-08 ***
Mga          0.81858    0.12008   6.817 2.95e-10 ***
Cmbr         12.91421    5.97772   2.160 0.032535 *
Freq         0.14127    0.01144  12.345 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for inverse.gaussian family taken to be 0.06035759)

Null deviance: 35.7405  on 141  degrees of freedom
Residual deviance: 6.9871  on 133  degrees of freedom
AIC: 579.3

Number of Fisher Scoring iterations: 15
```

##Modelo m2: Normal inversa e função de ligação log##

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Oex
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Cvib
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Mpi
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Cluv
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Ctem
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cimp+Cmbr+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Ccom
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cimp+Cmbr+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Mpe
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+factor(
Est)+Cpre+Cimp+Cmbr+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Cfl
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)
+Cpre+Cimp+Cmbr+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Est
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre+Cim
p+Cmbr+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Cimp
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre+Cmb
r+Cesc+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```

```
#retirando Cesc
```

```
m2=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre+Cmb
r+Dtr+Freq, family=inverse.gaussian (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m2)
```


##Modelo m5: Gama e função de ligação identidade##

```
m5=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Ctem
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Cvib
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cimp+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Cimp
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando OfI
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Mpe
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Mpl
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Oex
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)
+Cpre+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Pfl
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)+Cp
re+Ccom+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Ccom
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)+Cp
re+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Cpr
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+C
mbr+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Mpi
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cmbr+
Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Mmd
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mga+factor(Est)+Cpre+Cmbr+Cluv+
Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Cpre
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Cfl+Pds+Pex+Mpa+Mga+factor(Est)+Cmbr+Cluv+Cesc+
Dtr+Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Cfl
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Pds+Pex+Mpa+Mga+factor(Est)+Cmbr+Cluv+Cesc+Dtr+
Freq, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Dtr
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Pds+Pex+Mpa+Mga+factor(Est)+Cmbr+Cluv+Cesc+Freq
, family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirando Mpa
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Pds+Pex+Mga+factor(Est)+Cmbr+Cluv+Cesc+Freq,
family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirandoCluv
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Pds+Pex+Mga+factor(Est)+Cmbr+Cesc+Freq,
family=Gamma (link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
#retirandoCesc
```

```
m5=glm(IE~For+Oab+Csp+Pds+Pex+Mga+factor(Est)+Cmbr+Freq, family=Gamma
(link="identity"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m5)
```

```
Call:
glm(formula = IE ~ For + Oab + Csp + Pds + Pex + Mga + factor(Est) +
  Cmbr + Freq, family = Gamma(link = "identity"), control = glm.control(maxit = 50))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.4704  -0.3810  -0.1479   0.1515   1.7302

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.05409    0.24202  -4.355 2.65e-05 ***
For           1.81932    0.49749   3.657 0.000367 ***
Oab           0.88644    0.29534   3.001 0.003215 **
Csp           0.94128    0.33655   2.797 0.005932 **
Pds           1.73468    0.54507   3.183 0.001821 **
Pex           0.94227    0.36344   2.593 0.010598 *
Mga           0.79123    0.22053   3.588 0.000468 ***
factor(Est)2  1.15647    0.38741   2.985 0.003378 **
Cmbr          13.10007    3.30921   3.959 0.000123 ***
Freq          0.12143    0.01489   8.158 2.35e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.3203705)

Null deviance: 134.932 on 141 degrees of freedom
Residual deviance: 35.137 on 132 degrees of freedom
AIC: 621.83

Number of Fisher Scoring iterations: 17
```

```
##Modelo m6: Gama e função de ligação log##
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Cfl
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Mpe
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Cesc
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpi+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Mpi
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Est
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Cimp
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Cluv
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre
+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Ccom
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mga+Mmd+Cpre
+Cvib+Cmbr+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"),
control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Mga
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mmd+Cpre+Cvib
+Cmbr+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Oex
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mmd+Cpre+Cvib+Cmb
r+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Ctem
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mmd+Cpre+Cvib+Cmb
r+Dtr+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```
#retirando Cvib
```

```
m6=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mmd+Cpre+Cmbr+Dtr
+Freq, family=Gamma (link="log"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m6)
```

```

Call:
glm(formula = IE ~ For + Oab + Of1 + Csp + Cpr + Pds + Pex +
     Pfl + Mpa + Mpl + Mmd + Cpre + Cmbr + Dtr + Freq, family = Gamma(link = "log"),
     control = glm.control(maxit = 50))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.80456 -0.30910 -0.04647  0.16644  1.01173

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.7499848  0.1767794  -9.899 < 2e-16 ***
For          0.3832666  0.0867608   4.418 2.13e-05 ***
Oab          0.3967177  0.0798165   4.970 2.13e-06 ***
Of1          0.1899417  0.0749383   2.535 0.012481 *
Csp          0.4977652  0.1013791   4.910 2.77e-06 ***
Cpr          0.2974393  0.0826564   3.599 0.000458 ***
Pds          0.4820280  0.0850562   5.667 9.38e-08 ***
Pex          0.5153665  0.0785980   6.557 1.28e-09 ***
Pfl          0.2428261  0.1124473   2.159 0.032708 *
Mpa          0.1964400  0.0828004   2.372 0.019183 *
Mpl          0.2683878  0.1020527   2.630 0.009605 **
Mmd          0.2658701  0.1000335   2.658 0.008884 **
Cpre         0.2492703  0.0987287   2.525 0.012818 *
Cmbr         1.0636263  0.1527350   6.964 1.63e-10 ***
Dtr          0.0017726  0.0003785   4.683 7.19e-06 ***
Freq         0.0371693  0.0024954  14.895 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.1578549)

Null deviance: 134.932  on 141  degrees of freedom
Residual deviance: 18.882  on 126  degrees of freedom
AIC: 542.95

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```

##Modelo m7: Gama e função de ligação inverse##

```

m7=glm(IE~For+Oab+Of1+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+M
ga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Cesc+Dtr+Freq,
family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m7)

```

#retirando Cesc

```

m7=glm(IE~For+Oab+Of1+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+M
ga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cimp+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq,
family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m7)

```

#retirando Cimp

```

m7=glm(IE~For+Oab+Of1+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mpl+M
ga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq,
family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))
summary(m7)

```

```
#retirando Mpl
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+Mmd+factor(Est)+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Est
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+Mmd+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Mmd
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpe+Mpi+Mga+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Mpa
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Cfl+Pds+Pex+Pfl+Mpe+Mpi+Mga+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Cfl
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpe+Mpi+Mga+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Pfl
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Cluv+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Cluv
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cpre+Cvib+Ccom+Cmbr+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Cpre
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Oex+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cvib+Ccom+C  
mbr+Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Oex
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cvib+Ccom+Cmbr+  
Ctem+Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Ctem
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cvib+Ccom+Cmbr+  
Dtr+Freq, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```
#retirando Ccom
```

```
m7=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Mpe+Mpi+Mga+Cvib+Cmbr+Dtr+Fre  
q, family=Gamma (link="inverse"), control=glm.control(maxit=50))  
summary(m7)
```

```

Call:
glm(formula = IE ~ For + Oab + Of1 + Csp + Cpr + Pds + Pex +
     Mpe + Mpi + Mga + Cvib + Cmbr + Dtr + Freq, family = Gamma(link = "inverse"),
     control = glm.control(maxit = 50))

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.64289  -0.36922  -0.03758   0.20050   0.99907

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.8238338  0.0486006  16.951 < 2e-16 ***
For          -0.0891221  0.0176400  -5.052 1.48e-06 ***
Oab          -0.0499105  0.0099088  -5.037 1.59e-06 ***
Of1          -0.0767143  0.0116142  -6.605 9.82e-10 ***
Csp          -0.1472910  0.0178859  -8.235 1.87e-13 ***
Cpr          -0.0797499  0.0150442  -5.301 4.94e-07 ***
Pds          -0.0445880  0.0160470  -2.779 0.006289 **
Pex          -0.1556064  0.0177140  -8.784 9.18e-15 ***
Mpe           0.0265881  0.0113547   2.342 0.020758 *
Mpi          -0.0840240  0.0168725  -4.980 2.03e-06 ***
Mga          -0.1337973  0.0357204  -3.746 0.000272 ***
Cvib          0.0634881  0.0170365   3.727 0.000291 ***
Cmbr         -0.0969997  0.0172807  -5.613 1.19e-07 ***
Dtr          -0.0003291  0.0000554  -5.940 2.55e-08 ***
Freq         -0.0052523  0.0004551 -11.542 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Gamma family taken to be 0.2111233)

Null deviance: 134.932  on 141  degrees of freedom
Residual deviance: 29.648  on 127  degrees of freedom
AIC: 606.81

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Calculando o valor do pseudo-R² dos modelos##

```
NagelkerkeR2(m1)
```

```
NagelkerkeR2(m2)
```

```
NagelkerkeR2(m3)
```

```
NagelkerkeR2(m4)
```

```
NagelkerkeR2(m5)
```

```
NagelkerkeR2(m6)
```

##Calculando função desvio##

```
s1=summary(m1)
```

```
fd1= s1$deviance/s1$dispersion
```

```
fd1
```

```
s2=summary(m2)
```

```
fd2= s2$deviance/s2$dispersion
```

fd2

```
s5=summary(m5)
fd5= s5$deviance/s5$dispersion
fd5
```

```
s6=summary(m6)
fd6= s6$deviance/s6$dispersion
fd6
```

```
s7=summary(m7)
fd7= s7$deviance/s7$dispersion
fd7
```

##Análise do desvio (ANODEV)##

```
anova(m5,test="Chisq")
qchisq(0.95,132)
```

```
anova(m6,test="Chisq")
qchisq(0.95,126)
```

##Normalidade dos resíduos##

```
drm5= glm.diag(m5)$rd#rd = vetor de resíduos deviance padronizados.
lillie.test(drm5)
shapiro.test(drm5)
```

```
drm6= glm.diag(m6)$rd
lillie.test(drm6)
shapiro.test(drm6)
```

##Testes gráficos do melhor modelo - m6##

#Verificação da função de ligação.

```
w <- m6$weights
eta<- predict(m6)
z <- eta + resid(m6, type="pearson")/sqrt(w)
plot(predict(m6),z,xlab="Preditor Linear", ylab="Variável z")
lines(smooth.spline(predict(m6), z, df=2))
```

#Verificação da função de variância.

```
drm6= glm.diag(m6)$rd
fitm6=fitted(m6)
```

```
plot(fitm6, drm6, xlab = "Valores ajustados", ylab = "Resíduos padronizados")
```

#Verificação de pontos de influência e de alavanca

```
glm.diag.plots(m6)  
m6.diag <- glm.diag (m6)  
glm.diag.plots (m6, m6.diag, iden=T)
```

#Identificação pontos aberrantes

```
rd<-residuals(m6,type="deviance")  
plot(rd, xlab="Índice", ylab="Componentes do desvio", ylim=c(-2.5,2.5))  
abline(-2,0,lty=2)  
abline(2,0,lty=2)  
identify(rd)
```

#Análiseconfirmatória

```
m6.1=glm(IE~For+Oab+OfI+Csp+Cpr+Pds+Pex+Pfl+Mpa+Mpl+Mmd+Cpre+Cmbr+D  
tr+Freq, family=Gamma (link="log"),subset=-c(6,81,82),  
control=glm.control(maxit=50))  
summary(m6.1)
```