

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCELO DA COSTA AUGUSTIN

MODIFICAÇÃO NO PROCESSO DE DESCARREGAMENTO DE APARAS COM  
AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS

JUIZ DE FORA

2016

MARCELO DA COSTA AUGUSTIN

MODIFICAÇÃO NO PROCESSO DE DESCARREGAMENTO DE APARAS COM  
AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

JUIZ DE FORA

2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Augustin, Marcelo da Costa.

Modificação no processo de descarregamento de aparas com avaliação das melhorias ergonômicas / Marcelo da Costa Augustin. 2016.

40 f.

Orientador: Eduardo Breviglieri Pereira de Castro Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2016.

1. Melhoria de processo. 2. Estudo de tempos. 3. Sistema OWAS. 4. Ergonomia. I. Castro, Eduardo Breviglieri Pereira de , orient.  
II. Título.

MARCELO DA COSTA AUGUSTIN

**MODIFICAÇÃO NO PROCESSO DE DESCARREGAMENTO DE APARAS  
COM AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Faculdade de Engenharia  
da Universidade Federal de Juiz de Fora,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 19 de JULHO de 2016 .

BANCA EXAMINADORA



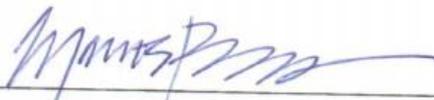
---

Prof. Dr. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

D. Sc. Roberta Cavalcanti Pereira Nunes  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

D. Sc. Marcos Martins Borges  
Universidade Federal de Juiz de Fora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, que desde criança incentiva e apoia os meus estudos possibilitando a realização deste curso e a conclusão do mesmo através deste trabalho. Aos amigos e namorada pelos incentivos e compreensão nos momentos mais difíceis.

Gostaria também de agradecer ao professor Eduardo Breviglieri pela paciência e pela disponibilidade em auxiliar neste estudo, questionando e contribuindo para a melhoria do projeto. À banca examinadora, Profa. Roberta Nunes e Prof. Marcos Borges, que levantou questionamentos e deu dicas importantes para lapidar e melhorar o trabalho. Agradeço também ao Prof. Bruno Milanez pela abertura e disponibilidade para conversar nas horas de dificuldade.

## RESUMO

Atualmente, a grande concorrência do mercado exige que as empresas busquem sempre inovar na maneira como conduzem seus processos, fomentando reduzir desperdícios, aumentar sua eficiência e, assim, sua competitividade. Este estudo teve como objetivo avaliar a modificação do processo de descarregamento de aparas de papel em uma indústria gráfica sob a ótica ergonômica e do estudo de tempos. O trabalho foi elaborado a partir de uma necessidade visível, porém nunca mensurada, de melhorias ergonômicas e de produtividade na operação de descarga de materiais. Para a avaliação ergonômica, utilizou-se o Sistema OWAS de avaliação postural e para o estudo de tempos foi utilizado o método de observação do tempo-padrão. As análises foram desenvolvidas anteriormente, para mensurar e ratificar a necessidade de alterações no processo, e posteriormente, para mostrar os benefícios ergonômicos e de produtividade que a implantação de uma grua trouxe à operação. Antes da mudança, durante a execução da operação, foram identificadas posturas repetitivas de classe 2, com tempo-padrão de descarregamento de 4,96 min/100 Kg. Após a modificação do processo, as posturas analisadas apresentaram classificação 1, que segundo o sistema OWAS, dispensam cuidados ergonômicos. Além disso, o tempo de descarregamento passou para 7,49 min., independente do peso descarregado. A partir dessas informações, foi possível mensurar uma redução global aproximada de 22% no tempo de descarregamento de aparas, sem levar em conta o aumento de produtividade dos funcionários devido aos benefícios ergonômicos. Tais resultados auxiliaram na comprovação da necessidade de modificações no processo e também geraram informações sobre sua capacidade antes e depois da mudança. Estas informações podem servir como base para futuras readequações do trabalho na empresa, aumentando a produtividade dos funcionários e consequentemente a eficiência da organização.

Palavras-chave: Melhoria de processo; Estudo de tempos; Sistema OWAS.

## **ABSTRACT**

Process innovation has become a key approach for the companies to reduce waste, increasing its efficiency in order to survive the constant competition of the market. The objective of this paper is to evaluate the change of the scrap paper unloading process based on an ergonomic and a time study comparison. The study was developed from the necessity of the company to improve the ergonomics and productivity of the process, never measured before. For the ergonomic evaluation, it was used the OWAS technique, and for the time study, the standard time observation method. The analyses were made before, to measure and ratify the necessity to change the process and after, to show the ergonomic and productivity benefits the implantation of a crane brought to the process. Before the operation change, during the execution of the process, it was detected class 2 postures with a standard time of 4.96 Min/100Kg unloaded. After the change, the OWAS posture classification showed only class 1 postures, which means no need of ergonomic attention. Beyond that, the standard time for material unloading changed to 7.49 Min., independent of the amount unloaded. From that information, it was possible to measure an approximate global reduction of 22% of the unloading time, not counting the employees' productivity increase brought by the ergonomic improvement. The results presented here helped to prove the necessity to change the operation and brought information about the process capacity before and after the change. That information can be used to future job adaptations improving employees' productivity and, as a consequence, efficiency for the company.

**Keywords:** Process improvement; Time study; OWAS system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Sistema OWAS para registro de postura .....	24
Figura 2 Processo de coleta de aparas .....	27
Figura 3 Processo anterior a implantação da grua.....	28
Figura 4 Localização da grua .....	29
Figura 5 Operação da grua .....	30
Figura 6 Processo posterior a implantação da grua.....	31
Figura 7 Posição de pegar o material. ....	34
Figura 8 Posição de jogar o material. ....	34
Figura 9 Posição de operação da grua. ....	35
Figura 10 Percentuais dos descarregamentos por faixa de peso. ....	36
Figura 11 Estimativa de tempos de descarregamento. ....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Tabela de tolerâncias .....	18
Tabela 2 Valores típicos para tolerância .....	19
Tabela 3 Estudo de tempos em um procedimento de embalagem .....	20
Tabela 4: Classificação das posturas de acordo com a duração das posturas .....	25
Tabela 5: Classificação das posturas .....	26
Tabela 6 Cronoanálise do descarregamento com a mão. ....	32
Tabela 7 Cronoanálise do descarregamento com a grua. ....	33
Tabela 8 Posição de pegar o material. ....	34
Tabela 9 Posição de jogar o material.....	34
Tabela 10 Posição de operação da grua.....	35

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	11
1.2 JUSTIFICATIVA .....	11
1.3 ESCOPO DO TRABALHO .....	12
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS .....	13
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA .....	13
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
<b>2. CONCEITOS EM PROCESSOS, CRONOANÁLISE E ERGONOMIA .....</b>	<b>15</b>
2.1 MELHORIA DE PROCESSO .....	15
2.2 CRONOANÁLISE.....	16
2.3 ERGONOMIA .....	20
2.3.1 CONCEITO .....	20
2.3.2 OBJETIVOS DA ERGONOMIA.....	21
2.3.3 BIOMECÂNICA OCUPACIONAL .....	22
2.3.4 SISTEMA OWAS.....	24
<b>3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>27</b>
3.1 SITUAÇÃO ANTERIOR A IMPLANTAÇÃO DA GRUA .....	28
3.2 SITUAÇÃO POSTERIOR A IMPLANTAÇÃO DA GRUA .....	29
<b>4. CRONOANÁLISE E AVALIAÇÃO POSTURAL.....</b>	<b>32</b>
4.1 CRONOANÁLISE.....	32
4.2 AVALIAÇÃO POSTURAL .....	34
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	35
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para se manterem presentes no mercado, as organizações precisam estar sempre inovando e melhorando suas práticas de maneira a evitar desperdícios e custos desnecessários.

Segundo Ohno (1997) a palavra eficiência na indústria moderna e nas empresas em geral significa redução de custos. Quando se aplica o princípio do custo: preço de venda = lucro + custo real, faz-se do consumidor o responsável por esse custo. Se o custo real de produção da empresa é muito alto, em um mercado livre e competitivo, o consumidor, discernindo se um produto tem ou não valor, pode acabar optando pelo do concorrente.

Para a redução de custos em épocas de baixo crescimento, é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operosidade, para utilizar bem as instalações e máquinas e eliminar todo o desperdício (OHNO, 1997).

No início do século XX, a racionalização do trabalho através de estudos relacionados aos métodos de trabalho foi a medida tomada por Frederick Taylor para aumentar a eficiência dos processos de produção. Como precursor, Taylor abriu as portas para o desenvolvimento dos estudos de tempos e movimentos, que segundo Moreira (2008) visa primeiramente eliminar movimentos desnecessários e em segundo lugar, melhorar a sequência de movimentos de forma a se atingir maior produtividade. Esta busca constante pela eficiência por parte das empresas - seguindo os preceitos de Taylor - muitas vezes pode esbarrar em métodos que afetam a segurança, saúde, conforto e a satisfação do trabalhador. Para contrabalancear estes problemas e melhorar o relacionamento do homem com o trabalho a ergonomia acaba desempenhando um papel importante na busca por procedimentos que mantenham os ganhos para o empregador e que reduzam o desgaste do empregado.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

Ohno (1997) argumenta que a redução de desperdícios e conseqüentemente de custos deve ser o objetivo das empresas que buscam sobreviver no mercado atual. Em períodos de alto crescimento, qualquer fabricante pode conseguir baixos custos com uma produção maior, no entanto, em épocas de baixo crescimento, este objetivo é mais difícil.

Ao se referir sobre desperdícios, Ohno (1997) cita o excesso de pessoas, estoques e equipamentos como exemplos. No caso específico do grande número de operários, inventa-se trabalho desnecessário, que por sua vez gera aumentos secundários no uso de energia e materiais. Como forma de se racionalizar o trabalho, evitando o excesso ou a falta de pessoas mencionados por Ohno, pode-se usar o estudo de tempos e movimentos, proposto no início do século XX por Taylor.

A cronoanálise dos processos, ou seja, conhecer o intervalo de tempo que uma operação leva para ser completada se justifica principalmente para se definir: a capacidade de produção, novos métodos de trabalho, priorização de tarefas, custos relacionados aos processos, definição de escalas de trabalho, redução/ampliação de mão-de-obra e etc.. No presente estudo, a cronoanálise se faz importante para avaliar se houve uma melhoria do método de trabalho e quais foram os ganhos.

No âmbito ergonômico, este estudo se justifica na identificação de posturas penosas à saúde do trabalhador, que podem gerar desconforto, diminuição da produtividade, afastamentos devido a problemas ortopédicos, entre outros. Através da identificação dessas posturas, é possível discutir a necessidade de mudanças na maneira de se executar determinada atividade. Modificando-se a maneira de execução do trabalho, a avaliação ergonômica se faz importante para verificar se a melhoria do processo resultou também na melhoria ergonômica, ou seja, na preservação da integridade do trabalhador.

A escolha da realização de uma avaliação postural ergonômica na operação de descarregamento de aparas se deu, principalmente, por causa de uma percepção, por parte da empresa, da necessidade de melhorar a ergonomia do processo por causa do baixo rendimento, queixas e rotatividade dos trabalhadores no setor. A avaliação ergonômica serviu de base para uma modificação do processo. No entanto, para mensurar seus impactos quantitativos na capacidade do mesmo, viu-se necessário fazer a cronoanálise da operação antes e depois da mudança.

### 1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O projeto foi desenvolvido em uma empresa terceirizada de comércio de papéis e recicláveis, que presta serviços dentro de uma indústria gráfica de grande porte em Juiz de Fora – Minas Gerais. Sua atuação se dá na compra, coleta, processamento e venda de aparas de papel, plástico, papelão e outros tipos de recicláveis.

O serviço prestado para da gráfica é o de coleta e transporte de materiais recicláveis. O trabalho é focado mais especificamente em uma análise da melhoria dos tempos de descarregamento de aparas de papéis e da ergonomia do processo através de uma análise postural antes e depois da implantação de uma grua.

#### 1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é fazer uma avaliação do posto de trabalho escolhido de forma a apontar os benefícios da melhoria do processo proposto em termos ergonômicos e de tempos antes e depois da implantação de uma grua em uma área de descarregamento de aparas de papel.

#### 1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

De acordo com Miguel, Morabito e Pureza (2010) o presente estudo possui natureza aplicada, pelo fato de basear-se em dados de uma empresa real, com objetivos descritivos e exploratórios do dia a dia da empresa. Para a realização do projeto, utilizou-se uma abordagem quantitativa onde serão aplicados conceitos e técnicas relacionadas ao estudo de tempos e de ergonomia.

Revisão bibliográfica: esta etapa teve como objetivo encontrar teorias que fundamentam o estudo de tempos e a ergonomia. Na parte ergonômica, o levantamento foi focado em métodos de avaliação da postura corporal no trabalho. Através destes dados, foi possível obter um maior embasamento teórico para o desenvolvimento do projeto.

Obtenção de dados: o objetivo desta etapa foi obter tempos anteriores e posteriores a implantação da grua, fazendo-se assim possível uma comparação dos tempos antes e depois de sua implantação. Também foi feita uma filmagem do processo anterior e posterior à implantação da grua para que também fosse possível, através do sistema OWAS, uma comparação dos movimentos realizados pelos trabalhadores antes e depois da sua instalação.

Tratamento dos dados: os dados obtidos foram organizados e tratados de forma que possam servir de base para a compreensão do processo, comparação dos tempos e das posturas anteriores e posteriores a implantação da grua.

Comparação dos resultados: os dados foram comparados e de uma forma quantitativa apontam os benefícios da melhoria do processo.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução ao trabalho explicando qual o tema abordado e as justificativas para a escolha do mesmo. Posteriormente é explicitado o escopo do projeto, definindo o que foi abordado e quais as delimitações deste trabalho. Por fim, a metodologia abordando o processo para o desenvolvimento do estudo.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico que serve de base para o desenvolvimento do trabalho. O referencial teórico faz alusão a melhoria de processos, Cronoanálise e Ergonomia.

O terceiro capítulo é dedicado à descrição do problema e do desenvolvimento do estudo em questão.

No capítulo 4 são apresentados os resultados do trabalho além de uma discussão a respeito destes resultados.

Finalizando, no capítulo 5, são expostas as conclusões a respeito do estudo como um todo.

## 2. PROCESSOS, CRONONÁLISE E ERGONOMIA

### 2.1 MELHORIA DE PROCESSO

De acordo com Corrêa et. al. (2009), em um mundo de mudanças rápidas e drásticas e com concorrentes cada vez mais capacitados e competitivos, é impossível que uma empresa permaneça no mercado fazendo as coisas sempre da mesma forma. A única saída é melhorar.

O objetivo principal da melhoria de processos dentro de uma empresa é otimizar o seu desempenho, de forma a trazer reduções de tempo, melhorias na qualidade de produtos e serviços, redução de defeitos, redução de custos e flexibilidade melhorando assim sua competitividade. Shingo (1996) aponta que o constante questionamento dos métodos de produção tradicionais acaba criando métodos novos e mais efetivos, ou seja, mais eficientes.

Inicialmente, pode-se pensar que a melhoria de um processo pode ser obtida pela utilização de máquinas que conseguem produzir uma maior quantidade de peças no menor tempo possível. No entanto, este tipo de melhoria é muitas vezes custosa financeiramente e pode também ser custosa com relação ao tempo de implantação e treinamento. Também, a simples troca de uma máquina menos eficiente por uma mais eficiente nem sempre trará para o processo como um todo os mesmos ganhos de produtividade trazidos pela nova máquina.

Por isso, para criar processos eficientes ou melhorar processos já existentes, é necessário que se faça um estudo, uma análise científica do seu funcionamento. Este tipo de necessidade foi levantada inicialmente por Taylor (1990), com a finalidade de estudar os tempos de execução das tarefas para promover melhorias de produtividade. Pouco depois surgiu com o casal Frank e Lillian Gilbreth que trouxe grandes avanços ao estudar os micro-movimentos. Segundo Barnes (1963), os Gilbreth foram pioneiros na utilização de câmeras filmadoras para analisar e definir a melhor maneira de se executar uma tarefa. Os Gilbreth também foram pioneiros na criação de gráficos de fluxo de processos feitos a partir de símbolos que pudessem simplificar a visualização dos mesmos. Inicialmente 40 símbolos que posteriormente foram abreviados pela ASME - American Society of Mechanical Engineers (1947) para 5.



Sendo esses respectivamente: transporte, operação, espera, armazenamento e inspeção.

Através desses símbolos e da criação de gráficos de processos, era possível registrar um processo de forma compacta melhorando a compreensão do mesmo e sua ligação com outros

relacionados. Esse tipo de representação possibilitou também determinar com maior facilidade a necessidade de eliminação de esperas desnecessárias, melhores trajetos para o transporte de peças, combinação de operações, e até a eliminação de partes ou até de toda uma operação.

Ambos os estudos servem como pilares que sustentam diversas outras ferramentas, mais atuais, para a melhoria de processos e do desempenho das organizações.

## 2.2 CRONOANÁLISE

A cronoanálise ou estudo de tempos teve como principal precursor Frederick Taylor que pregava o princípio de administração científica. Segundo Taylor (1990), a substituição de métodos empíricos por métodos científicos se justificava principalmente devido a economia de tempo e o conseqüente acréscimo de rendimento advindos da eliminação de movimentos desnecessários e substituição de movimentos lentos e ineficientes.

O estudo de tempos é usado para determinar o tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa específica. O principal objetivo da medida de tempos é a determinação do *tempo-padrão*, que serve como base para diversas finalidades: planejamento do trabalho, programação da produção, determinação de custos, determinação de capacidade, balanceamento de linhas, entre outras. (BARNES, 1963).

De acordo com Moreira (2008), o estudo de tempos pode ser feito através de cronômetros, tempos históricos, dados padrão pré-determinados, e amostragem de trabalho. Para este trabalho foi usado o estudo de tempos através do cronômetro.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2013), para a determinação dos tempos-padrão através do cronômetro, é necessário observar e medir o tempo de cada operação do processo.

O processo é observado inúmeras vezes. Cada vez que uma operação do processo é concluída, seu tempo deve ser cronometrado. Simultaneamente com as observações de tempo, avalia-se o ritmo do funcionário. A maneira mais comum para avaliar o ritmo do trabalhador é tomando 100% como o ritmo padrão para a execução da tarefa. Variações na velocidade de execução, esforço, habilidade, consistência, etc. irão interferir no ritmo do trabalhador. Utilizando-se um ou mais desses critérios de avaliação de ritmo, é possível obter *os tempos-básicos*.

O *tempo-básico* será igual ao tempo observado multiplicado pelo ritmo avaliado do trabalhador.

A média dos tempos básicos de cada operação observada acrescida de um percentual de *tolerância da operação* irá servir para a definição do tempo padrão da operação.

Os tempos padrão de cada operação serão somados e acrescidos de um percentual de *tolerância do processo* para se obter assim o *tempo padrão do processo*.

A avaliação da tolerância pode ser um tanto quanto subjetiva ao julgamento do analista que está fazendo as observações. Segundo Moreira (2008), as *tolerâncias das operações* são atribuídas para levar em conta as condições particulares em que a operação é conduzida como posição do corpo, iluminação, nível de ruído, necessidades fisiológicas e etc. Já a *tolerância do processo*, é atribuída a demoras inevitáveis como situações inesperadas, problemas de sincronização com outros processos, etc..

Para tentar amenizar as disparidades nas avaliações das *tolerâncias das operações*, as empresas podem padroniza-las adotando parâmetros que auxiliem o observador, como os exemplos da Tabela 1 e da Tabela 2.

Tomando-se como parâmetro uma das tabelas a seguir, avalia-se em cada operação os fatores de tolerância: energia necessária, postura, fadiga visual, temperatura ambiente e condição atmosférica, apresentados na Tabela 1. Por sua vez, o tempo pessoal, fadiga básica, posição anormal do corpo, uso de força muscular, iluminação, nível de ruído e monotonia podem ser encontrados na Tabela 2.

Assim, soma-se os percentuais correspondentes a avaliação de cada um dos fatores.

Tome-se um exemplo baseando-se na Tabela 1: uma operação que não demande muita energia física (0%) + com uma postura normal (0%) + de atenção contínua com foco fixo (5%) + em um ambiente de temperatura alta (5%) + com condições atmosféricas aceitáveis (2%) = apresentaria (12%) de *tolerância da operação*.

Tabela 1 Tabela de tolerâncias  
adaptada de Slack, Brandon-Jones, Johnston (2013)

Fatores de tolerância		Exemplo	Tolerância (%)
Energia necessária	Desconsiderável	-	0
	Muito leve	0-3kg	3
	Leve	3-10kg	5
	Média	10-20kg	10
	Pesada	20-30kg	15
	Muito pesada	Acima de 30kg	15-30
Postura	Normal	Sentado	0
	Ereta	De pé	2
	Continuamente ereta	De pé por um longo período	3
	Deitada	De lado, de frete ou de costas	4
	Difícil	Agachado	4-10
Fadiga visual	Quase atenção contínua		2
	Atenção contínua com variação de foco		3
	Atenção contínua com foco fixo		5
Temperatura	Muito baixa	Abaixo de 0°C	Acima de 10
	Baixa	0-12°C	0-10
	Normal	12-23°C	0
	Alta	23-30°C	0-10
	Muito alta	Acima de 30°C	Acima de 10
Condição atmosférica	Boa	Bem ventilado	0
	Aceitável	Mal cheiro	2
	Ruim	Poeira	2-7
	Muito ruim	Necessário respirador	7-12

(SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2013)

Assim como na Tabela 1, a Tabela 2 apresenta avaliações de aspectos posturais, energéticos e monotonia/nível de atenção. Para verificar as condições do ambiente de trabalho, a Tabela 1 avalia a temperatura e as condições atmosféricas, já a Tabela 2 avalia a iluminação do local e o nível de ruído. Além disso, a Tabela 2 apresenta também as Tolerâncias Constantes: necessidades pessoais fisiológicas e fadiga básica referente a execução do trabalho.

Tabela 2 Valores típicos para tolerância  
Moreira (2008)

	Porcentagens
<b>I. Tolerâncias Constantes</b>	
1. Tempo pessoal	5
2. Fadiga básica	4
<b>II. Tolerâncias Variáveis</b>	
1. Posição anormal do trabalho	
a. Curvado	2
b. Deitado, esticado	7
2. Uso de força muscular (erguer, empurrar, puxar)	
Peso erguido, em quilos:	
2	0
5	1
7	2
9	3
11	4
14	5
16	7
18	9
20	11
23	13
27	17
32	22
3. Iluminação	
a. Abaixo do recomendado	2
b. Bastante inadequado	5
4. Nível de ruído	
a. Intermitente e alto	2
b. Intermitente e muito alto	5
5. Monotonia	
a. Pequena	0
b. Média	1
c. Alta	4

(MOREIRA, 2008)

O exemplo abaixo, sintetizado na Tabela 3, ilustra como seria a cronoanálise de um processo de embalagem, onde foram cronometradas 10 observações de tempo do processo, que é subdividido nas operações: montar caixa, empacotar 20 itens, fechar e selar a caixa e por fim etiquetar e armazenar a caixa. As operações tiveram, respectivamente, tolerâncias de: 10, 12, 10 e 12%. O procedimento como um todo teve tolerância de 5% e tempo padrão de 3,96s.

Tabela 3 Estudo de tempos em um procedimento de embalagem adaptado de Slack, Brandon-Jones, Johnston (2013)

Operação	Tempos Observados	Observações										Tempo Básico Médio (min)	Tolerância (%)	Tempo Padrão (min)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Montar caixa	Tempo Observado (min)	0,71	0,71	0,71	0,69	0,75	0,68	0,7	0,72	0,7	0,68			
	Avaliação de Ritmo (%)	90	90	90	90	80	90	90	90	90	90			
	Tempo Básico (min)	0,64	0,64	0,64	0,62	0,60	0,61	0,63	0,65	0,63	0,61	0,627	10%	0,690
Empacotar 20 itens	Tempo Observado (min)	1,3	1,32	1,25	1,33	1,33	1,28	1,32	1,32	1,3	1,3			
	Avaliação de Ritmo (%)	90	90	100	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo Básico (min)	1,17	1,19	1,25	1,20	1,20	1,15	1,19	1,19	1,17	1,17	1,187	12%	1,329
Fechar e selar a caixa	Tempo Observado (min)	0,53	0,55	0,55	0,56	0,53	0,53	0,6	0,55	0,49	0,51			
	Avaliação de Ritmo (%)	90	90	90	90	90	90	85	90	90	90			
	Tempo Básico (min)	0,48	0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,51	0,50	0,44	0,46	0,483	10%	0,531
Etiquetar e armazenar	Tempo Observado (min)	1,12	1,21	1,2	1,25	1,41	1,27	1,11	1,15	1,2	1,23			
	Avaliação de Ritmo (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
	Tempo Básico (min)	1,01	1,09	1,08	1,13	1,27	1,14	1,00	1,04	1,08	1,11	1,094	12%	1,225

Soma dos tempos padrão	3,775
Tolerância para o processo	5%
Tempo padrão para o processo (min)	3,96

## 2.3 ERGONOMIA

### 2.3.1 Conceito

Os conceitos de ergonomia vêm mudando com o passar do tempo. Em uma definição mais simples, Barnes (1963), refere-se à ergonomia como o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Uma definição mais moderna e mais abrangente, da *International Ergonomics Association* (2000), afirma que a ergonomia é a disciplina que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, aplicando-se princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas. (IEA, 2000)

A IEA subdivide a Ergonomia em três áreas: ergonomia física; ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional.

### Ergonomia física

Trata-se das características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas do homem em sua relação com a atividade física. Dentre os temas mais relevantes estão as posturas de trabalho, a manipulação de objetos, os movimentos repetitivos, os problemas osteomusculares, o arranjo físico dos postos de trabalho, a segurança e a saúde.

### Ergonomia cognitiva

Aborda os processos mentais, tais como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, com relação às interações entre as pessoas e os outros componentes do sistema. Os temas centrais compreendem a carga mental, os processos de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-máquina, a confiabilidade humana, o estresse profissional, e a formação, na sua relação com a concepção pessoa-sistema.

### Ergonomia organizacional

Refere-se a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, regras e processos. Os principais temas compreendem a comunicação, a gestão dos coletivos, a concepção do trabalho, a concepção dos horários de trabalho, o trabalho em equipe, a concepção participativa, a ergonomia comunitária, o trabalho cooperativo, as novas formas de trabalho, a cultura organizacional, as organizações virtuais, o tele trabalho e a gestão pela qualidade. (IEA, 2000)

## **2.3.2 Objetivos da Ergonomia**

Para Barnes (1963), o objetivo central da Ergonomia é o ser humano, suas habilidades, capacidades e limitações. A partir do conhecimento do ser humano, é possível dizer quais as ferramentas, materiais, e métodos de trabalho melhor se adaptam a ele. A ergonomia também leva em conta outros fatores que interferem no trabalho, como o clima, nível de ruído e as vibrações.

Para Falzon (2007), a ergonomia tem um duplo objetivo, por um lado, é preciso atender às necessidades das organizações, entregando eficiência, produtividade, confiabilidade,

qualidade, durabilidade etc. Por outro, o objetivo é atender as necessidades das pessoas como a segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação etc. Por apresentar estes dois objetivos, o ergonomista, por sua experiência profissional, pode acabar se inclinando mais para um objetivo que para o outro. No entanto, não se deve, deliberadamente, ignorar um ou outro desses objetivos (FALZON, 2007).

Este trabalho é focado na área da ergonomia física, mais especificamente nas posturas de trabalho e na repetição de movimentos.

### **2.3.3 Biomecânica Ocupacional**

Dentro dos campos de estudo da Ergonomia, a biomecânica ocupacional se ocupa com assuntos relacionados aos movimentos corporais e forças relacionadas ao trabalho. Assim, analisa basicamente a questão das posturas corporais no trabalho, a aplicação de forças bem como as suas consequências para a saúde do trabalhador (IIDA, 2005).

Dentro da área de biomecânica ocupacional, alguns estudos podem ser realizados para determinar operações críticas à saúde do trabalhador. Estes estudos podem ser feitos através de informações reportadas pelos próprios trabalhadores como também através da observação e análise das suas atividades ao longo da jornada de trabalho.

Como exemplos de estudos feitos através de informações reportadas pelos trabalhadores, o Estudo de Áreas Dolorosas e o Questionário Nórdico auxiliam a apontar setores da empresa nos quais os trabalhadores sentem maior nível de desconforto dando maior atenção para que os problemas sejam amenizados nos piores setores.

De acordo com Iida (2005), o Estudo de Áreas Dolorosas é feito através de um diagrama onde são apresentadas para os funcionários 24 áreas do corpo onde eles podem identificar o grau de desconforto que sentem ao fim da jornada de trabalho. Similar a esse, o Questionário Nórdico também apresenta um diagrama com partes do corpo onde o trabalhador identifica as áreas do desconforto, no entanto, a principal diferença é que este apresenta uma visão da situação do trabalhador em um determinado período de tempo: últimos 7 dias; e últimos 12 meses e não da situação instantânea do trabalhador. (IIDA, 2005)

Uma limitação levantada por Pinheiro, Tróccoli, Carvalho (2002) desses métodos é que estes não delimitam a causa do sintoma reportado no questionário, podendo esta ocorrer devido ao trabalho ou a uma lesão decorrida de uma prática esportiva.

Os estudos feitos através da observação e análise das atividades ao longo da jornada de trabalho podem ser divididos em dois grupos: os estudos feitos através de instrumentos e os estudos feitos por meio da observação visual. Os estudos feitos através de instrumentos demandam uma gravação contínua das posturas corporais através de dispositivos conectados à pessoa. Já os estudos feitos por meio da observação analisam as variações angulares de segmentos do corpo comparados à posição neutra do mesmo através de métodos visuais. Por causa da não interferência com os processos avaliados, baixo custo e facilidade de uso, as técnicas observacionais são as mais amplamente difundidas na indústria. (KEE; KARWOWSKI, 2007).

Dentre as técnicas mais usadas de observação e análise por meio visual, os métodos OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*), RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e o REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) são os mais conhecidos e difundidos na literatura.

Segundo Kee, Karwowski (2007), cada método foi desenvolvido com propósitos distintos e que desta forma, cada um apresenta um esquema diferente de posições, cargas e classificação postural.

Junior (2006) argumenta que o método OWAS consegue avaliar tanto as posturas de forma pontual, ou seja, em determinado instante da jornada de trabalho como, também a distribuição das posturas ao longo de um dia trabalho. No entanto, este método, se comparado com os outros dois, acaba simplificando a avaliação por não considerar a análise de ambos os lados do corpo e nem das posições de pulso, antebraço e pescoço.

Por se tratar de uma avaliação postural mais simples, que não necessita do nível de detalhamento apresentado pelos outros métodos, o presente trabalho irá utilizar o sistema OWAS de avaliação.

### 2.3.4 Sistema OWAS

O sistema OWAS foi desenvolvido por três pesquisadores finlandeses (KARKU, KANSI e KUORINKA, 1977) que fizeram um trabalho aplicado em uma empresa siderúrgica. O trabalho consistia em fazer análises fotográficas das principais posturas encontradas na indústria pesada.

Ao realizarem este estudo, foram encontradas 72 posições típicas que partiam da combinação de 4 posições de dorso, 3 posições de braço e 7 posições de pernas, sintetizadas na Figura 1. (IIDA, 2005)

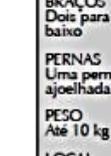
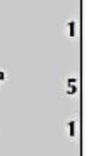
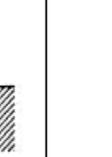
DORSO	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido	
BRAÇOS	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois braços para cima	 ex: 2151 RF	
					DORSO inclinado 2
PERNAS	 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas	 BRACOS Dois para baixo 1	PERNAS Uma perna ajoelhada 5
					PESO Até 10 kg 1
CARGA	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	 7 Duas pernas suspensas	LOCAL Remoção de refugos RF
CARGA	 1 Carga ou força até 10 kg	 2 Carga ou força entre 10 kg e 20 kg	 3 Carga ou força acima de 20 kg	xy	
					Código do local ou seção onde foi observado

Figura 1 Sistema OWAS para registro de postura (IIDA, 2005)

Para avaliar de forma objetiva o desconforto de cada uma das posições possíveis, foi criada uma classificação de quatro níveis:

*Classe 1* – postura normal, que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais;

*Classe 2* – postura que deve ser verificada durante a próxima verificação rotineira dos métodos de trabalho;

*Classe 3* – postura que deve merecer atenção a curto prazo;

*Classe 4* – postura que deve merecer atenção imediata.

Através destas classificações, é possível fazer dois tipos de estudo: a classificação das posições do dorso, braços e pernas em relação ao percentual de tempo que elas representam da jornada de trabalho, conforme mostrado na Tabela 4; e a classificação de posturas pela combinação das posições de dorso, braços, pernas e cargas, presentes na Tabela 5. (IIDA, 2005)

Tabela 4: Classificação das posturas de acordo com a duração das posturas (IIDA, 2005)

		DURAÇÃO MÁXIMA									
		(% da jornada de trabalho)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>DORSO</b>	1. Dorso reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Dorso inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dorso reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4. Inclinado e torcido	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
<b>BRAÇOS</b>	1. Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
<b>PERNAS</b>	1. Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2. Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3. Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4. Uma perna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5. Uma perna ajoelhada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6. Deslocamento com as pernas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7. Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Como exemplo de postura de acordo com a duração da jornada de trabalho, um trabalhador que fica 40% da sua jornada com um braço para cima, segundo a Tabela 4, apresenta postura de classe 2, ou seja, postura que deve ser verificada durante a próxima verificação rotineira dos métodos de trabalho.

Tabela 5: Classificação das posturas  
(IIA, 2005)

Dorso	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Cargas
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Já como exemplo de postura de acordo com a combinação de posições do corpo e cargas, um trabalhador que fica com o dorso inclinado, os dois braços para baixo, uma perna ajoelhada carregando pesos de até 10 Kg, de acordo com a Tabela 5, tem a sua postura classificada como de classe 3, ou seja, postura que deve merecer atenção a curto prazo.

### 3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O trabalho foi desenvolvido, considerando os aspectos e conceitos estudados no Capítulo 2, em uma empresa do setor de comércio de aparas de papel situada no estado de Minas Gerais. A empresa presta seus serviços em mercados, shoppings e gráficas da região fazendo a coleta e o transporte de materiais recicláveis e não recicláveis nestes locais. O presente estudo foi realizado em uma indústria gráfica de grande porte, onde a empresa presta serviço de coleta e retirada de aparas de papel, plástico, alumínio e outros recicláveis.

O processo dentro da indústria gráfica funciona inicialmente com a coleta de aparas em locais específicos do chão de fábrica, onde as principais máquinas estão situadas. Nestes pontos de coleta, ficam carrinhos que vão enchendo conforme a produção daquela máquina. Posteriormente, quando o carrinho enche, o mesmo é transportado até a balança, onde são coletadas informações sobre o tipo de material, local de origem, horário e peso líquido. Em seguida o material entra na área de descarga onde é colocado em uma caçamba. Por fim, as caçambas são retiradas da gráfica assim que estão cheias, depois são transportadas de caminhão para a matriz, onde o material será processado.

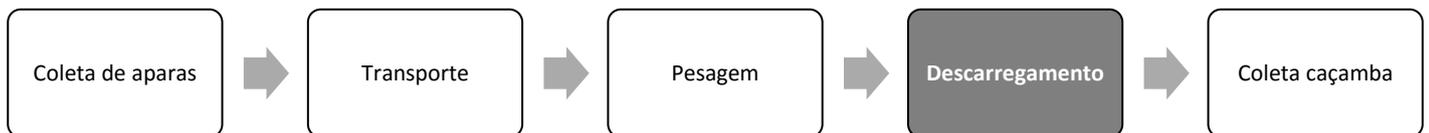


Figura 2 Processo de coleta de aparas  
Fonte: autor

Devido a necessidade da empresa em identificar e mensurar oportunidades de melhoria em seus processos, um estudo ergonômico e de tempos foi proposto para a operação de descarregamento de aparas. Antes da implantação da grua, era notável o desgaste dos funcionários ao realizarem a tarefa de descarregamento. No entanto, não havia nenhuma informação objetiva a respeito do mesmo. A empresa também não tinha nenhuma medida do tempo que esta operação tomava, falhando em identificar a sua capacidade.

Com a finalidade de fornecer essas informações sobre a operação, o presente estudo foi proposto.

### 3.1 SITUAÇÃO ANTERIOR A IMPLANTAÇÃO DA GRUA

O processo de descarregamento de aparas, anterior a implantação da grua, se iniciava com a entrada do carrinho na área de descarregamento dentro da indústria gráfica.

O operador posiciona o carrinho próximo a uma das cinco caçambas de acordo com o tipo de material a ser descartado Figura 3 - I.

O operador deve pegar o material dentro do carrinho e joga-o para cima de forma que o mesmo caia dentro da caçamba Figura 3 – II e III.



Figura 3 Processo anterior a implantação da grua  
Fonte: autor

Este processo é repetido inúmeras vezes durante o turno de trabalho. Após o descarte, o operador volta para área interna da gráfica para colocar o carrinho próximo a sua máquina específica e procura por potenciais carrinhos que estejam ficando cheios para serem descarregados.

### 3.2 SITUAÇÃO POSTERIOR A IMPLANTAÇÃO DA GRUA

A melhoria proposta pela empresa consistiu na colocação de uma grua na área de descarregamento de aparas dentro da indústria gráfica, Figura 4. A passagem da área da gráfica para a área de descarregamento se dá pela passagem 1. A área conta com cinco caçambas onde são descarregados diferentes tipos materiais descartados pela gráfica: Branco I e II, Revista, Ondulado, Branco III e Canudos.

Para a implantação da grua, era necessário que a mesma não atrapalhasse o trânsito de pessoas e carrinhos vindos da gráfica além de não comprometer o espaço para fazer o descarregamento. Outro aspecto importante para a implantação da grua foi a segurança, que devido a entrada de caminhões pela passagem 2 deveria ficar em local de boa visibilidade para o motorista. Por fim, a grua também deveria atender o máximo de caçambas possíveis, de maneira que pudesse descarregar por toda a área interna das caçambas.

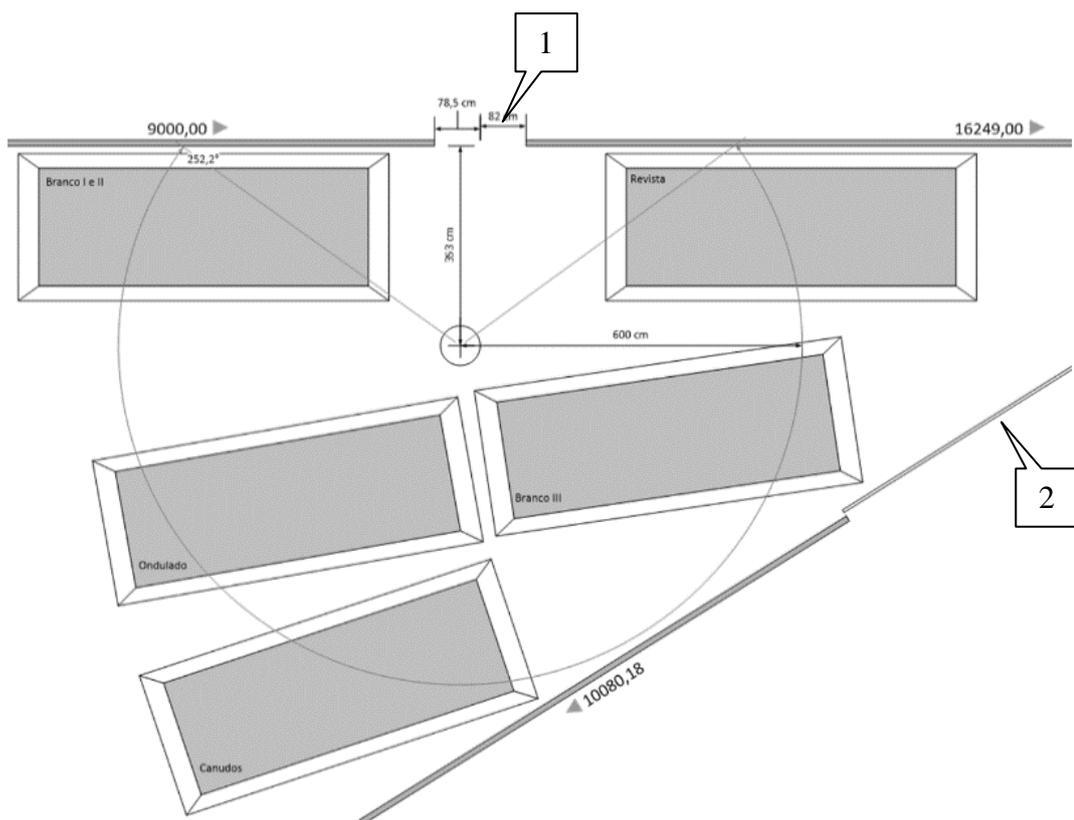


Figura 4 Localização da grua  
Fonte: autor

A grua apresenta uma altura de 7 m, capaz de levantar até 1000 Kg com um raio de 6 m de abrangência. Abaixo uma representação esquemática das suas características.

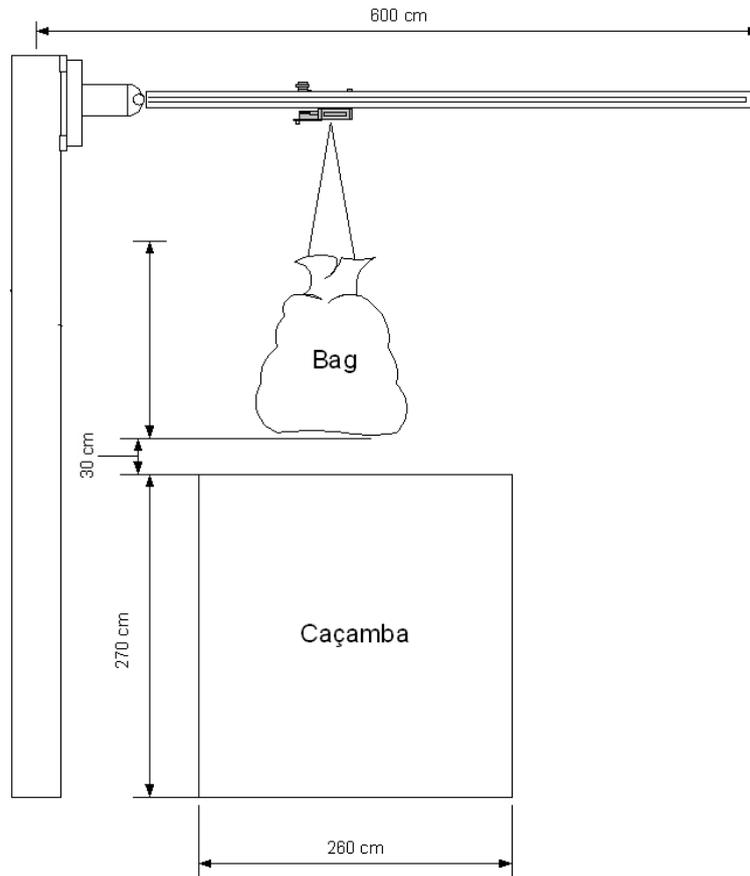


Figura 5 Operação da grua  
Fonte: autor

Para a nova operação de descarregamento, os carrinhos contam com sacos plásticos com capacidade de suportar até 1000 kg de peso, chamados de *bags*. Os *bags* apresentam duas bocas: a principal na parte de superior, onde o material descartado das máquinas da gráfica é colocado; e um fundo falso, na parte inferior que deve ser dobrado e amarrado. O fundo falso amarrado serve para segurar o material dentro do *bag* quando o mesmo deve ser suspenso pela grua.

O novo processo de descarregamento de aparas com a grua inicia-se com a entrada do carrinho na área de descarregamento dentro da indústria gráfica.

O operador posiciona o carrinho próximo a uma das cinco caçambas de acordo com o tipo de material a ser descartado. Após posicionar o carrinho, operador direciona o braço da grua para a caçamba escolhida e em seguida aciona o botão para descer o cabo de aço que será enganchado ao *bag* Figura 6 – I.

Depois de ser enganchado, o bag começa a ser suspenso do carrinho a uma altura acima da caçamba Figura 6 – II e III.

Após suspender o bag, o operador aciona o botão que faz com que o bag percorra o trajeto do centro para a extremidade do braço da grua. Com o bag posicionado, o operado puxa a corda que amarra o fundo falso do bag para que ele se abra, Figura 6 – IV.

Em seguida, o operador aciona o botão para que o bag volte da extremidade da grua para o seu centro e posteriormente para que o bag desça.

O bag, na altura do operador, tem então o seu fundo falso amarrado Figura 6 – V.

Depois de amarrado, o bag é colocado dentro do carrinho, de forma que sua boca superior fique bem aberta, Figura 6 – VI.



Figura 6 Processo posterior a implantação da grua  
Fonte: autor

Este processo é repetido inúmeras vezes durante o turno de trabalho. Após o descarte, o operador volta para área interna da gráfica para colocar o carrinho próximo a sua máquina específica e procura por potenciais carrinhos que estejam ficando cheios.

#### 4. CRONOANÁLISE E AVALIAÇÃO POSTURAL

##### 4.1 CRONOANÁLISE

Para a cronoanálise, foram feitas dez coletas de tempos com um cronômetro para as atividades realizadas sem a grua, descritas no item 3.1, e dez coletas de tempos para as atividades realizadas com a grua, descritas no item 3.2.

As avaliações de ritmo para cada observação foram baseadas na velocidade de execução e na consistência com que os descarregamentos eram feitos. Através dos tempos observados e dos ritmos foi possível chegar aos tempos básicos de cada observação.

Os tempos de descarregamento sem a grua, ou seja, de forma manual, variam de acordo com o peso líquido do material transportado dentro dos carrinhos, ou seja, quanto maior o peso, maior será o tempo para descarregar o material. Nesse caso, para facilitar as comparações, foram feitas as tomadas de tempo de forma que apontassem o tempo de descarregamento de 100 Kg. Para que isso fosse feito, os pesos dos materiais e os tempos de descarregamento deveriam ser avaliados. Assim, dividindo-se o tempo de descarregamento pelo peso descarregado e multiplicando esse valor por 100 foi possível obter os Tempos Observados presentes na Tabela 6.

Tabela 6 Cronoanálise do descarregamento com a mão.

Fonte: autor

Tempos Observados	Observações										Tempo Básico Médio (min)	Tolerância (%)	Tempo Padrão (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Tempo Observado (min)/100 Kg	5,36	4,85	4,33	4,00	3,64	3,39	4,50	4,12	3,86	4,74			
Avaliação de Ritmo (%)	90	100	100	100	100	100	100	100	100	95			
Tempo Básico (min)	4,82	4,85	4,33	4,00	3,64	3,39	4,50	4,12	3,86	4,50	4,20	18%	4,96

Na Tabela 7, é possível observar o tempo de descarregamento com a grua, que não é influenciado pelo peso líquido do material transportado dentro dos carrinhos, ou seja, independentemente da quantidade a ser descarregada, os tempos serão similares e comparáveis.

Tabela 7 Cronoanálise do descarregamento com a grua.

Fonte: autor

Tempos Observados	Observações										Tempo Básico Médio (min)	Tolerância (%)	Tempo Padrão (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Tempo Observado (min)	7,67	7,32	10,08	9,25	6,07	6,13	6,62	4,42	8,63	6,95			
Avaliação de Ritmo (%)	100	100	80	90	100	100	100	100	90	100			
Tempo Básico (min)	7,67	7,32	8,07	8,33	6,07	6,13	6,62	4,42	7,77	6,95	6,93	8%	7,49

Os percentuais de tolerância da operação foram definidos em 18% para o descarregamento manual e 8% com o descarregamento com a grua. Para chegar a esses valores, foram utilizados os dados da Tabela 1:

Descarregamento com a mão (18%):

Energia necessária (10%) “média, pesos de 10 a 20 Kg”;

Postura (3%) “continuamente ereta, de pé por um longo período”;

Condição atmosférica (5%) “ruim, poeira”.

Descarregamento com a grua (8%):

Energia necessária (0%) “desconsiderável”;

Postura (3%) “continuamente ereta, de pé por um longo período”;

Condição atmosférica (5%) “ruim, poeira”.

Ao final, foram obtidos os tempos-padrão de 4,96 min para o descarregamento manual de 100 Kg e 7,49 min para o descarregamento com a grua, independente do peso.

## 4.2 AVALIAÇÃO POSTURAL

Para a avaliação postural através do Sistema OWAS, foram feitos dois vídeos do processo de descarregamento, um com e outro sem a grua.

Durante o processo de descarregamento sem a grua, as seguintes posições foram observadas e classificadas de acordo com a tabela de posições do Sistema OWAS na Figura 1:



Figura 7 Posição de pegar o material.  
Fonte: autor

Posição de pegar o material de dentro do carrinho:

Tabela 8 Posição de pegar o material.

Fonte: autor

Item	Descrição	Numeração
<b>Dorso</b>	Inclinado	2
<b>Braços</b>	Dois braços para baixo	1
<b>Pernas</b>	Duas pernas retas	1
<b>Carga</b>	Entre 10 e 20 Kg	2

Através da Tabela 5, a posição 2112 se mostrou uma posição de classe 2, ou seja, uma postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineiro dos métodos de trabalho.



Figura 8 Posição de jogar o material.  
Fonte: autor

Posição de jogar o material para dentro da caçamba:

Tabela 9 Posição de jogar o material.

Fonte: autor

Item	Descrição	Numeração
<b>Dorso</b>	Reto e torcido	3
<b>Braços</b>	Dois braços para cima	3
<b>Pernas</b>	Duas pernas retas	1
<b>Carga</b>	Entre 10 e 20 Kg	2

A posição 3312 também se mostrou uma posição de classe 2, de acordo com a Tabela 5, ou seja, uma postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineiro dos métodos de trabalho.

Durante o processo de descarregamento com a grua, a posição do operador permanece praticamente inalterada, de pé operando o equipamento. O operador só muda a sua posição nos momentos de: enganchar o cabo de aço no bag; puxar a corda para liberar o material do fundo falso do bag; amarrar o fundo falso do bag vazio; e colocar o bag aberto dentro do carrinho.

No entanto, essas posições não demandam muitos esforços ergonômicos e seus tempos de duração são muito curtos para serem considerados nesta análise.



Figura 9 Posição de operação da grua.  
Fonte: autor

A posição de operação da grua analisada através do Sistema OWAS fica da seguinte maneira:

Tabela 10 Posição de operação da grua.  
Fonte: autor

Item	Descrição	Numeração
<b>Dorso</b>	Reto	1
<b>Braços</b>	Dois braços para baixo	1
<b>Pernas</b>	Duas pernas retas	1
<b>Carga</b>	Até 10 Kg	1

De acordo com a Tabela 5, a posição 1111 é de classe 1, uma postura normal que dispensa cuidados, a não ser em casos excepcionais.

#### 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para fazer uma comparação dos métodos de descarregamento, é necessário ter um entendimento das peculiaridades do processo. Neste caso, foram usados os dados coletados através de uma planilha, vide **ANEXO – PLANILHA DE PESOS DA BALANÇA**, preenchida pelo funcionário encarregado das pesagens na balança situada na entrada da área de descarga. Dentre as informações coletadas estão: o tipo de material; local/máquina de origem; horário da pesagem e peso líquido do material.

Para se ter uma ideia dos pesos descarregados, o gráfico da Figura 10 mostra os percentuais dos descarregamentos por faixa de peso de maio a dezembro de 2015. Através deste

gráfico é possível ver que de todos os descarregamentos feitos naquele período, por volta de 90% estavam na faixa de 0 a 260 Kg. Pode-se notar também que os descarregamentos mais frequentes estão na faixa de 20 a 120 Kg; de 120 Kg em diante a frequência começa a cair.

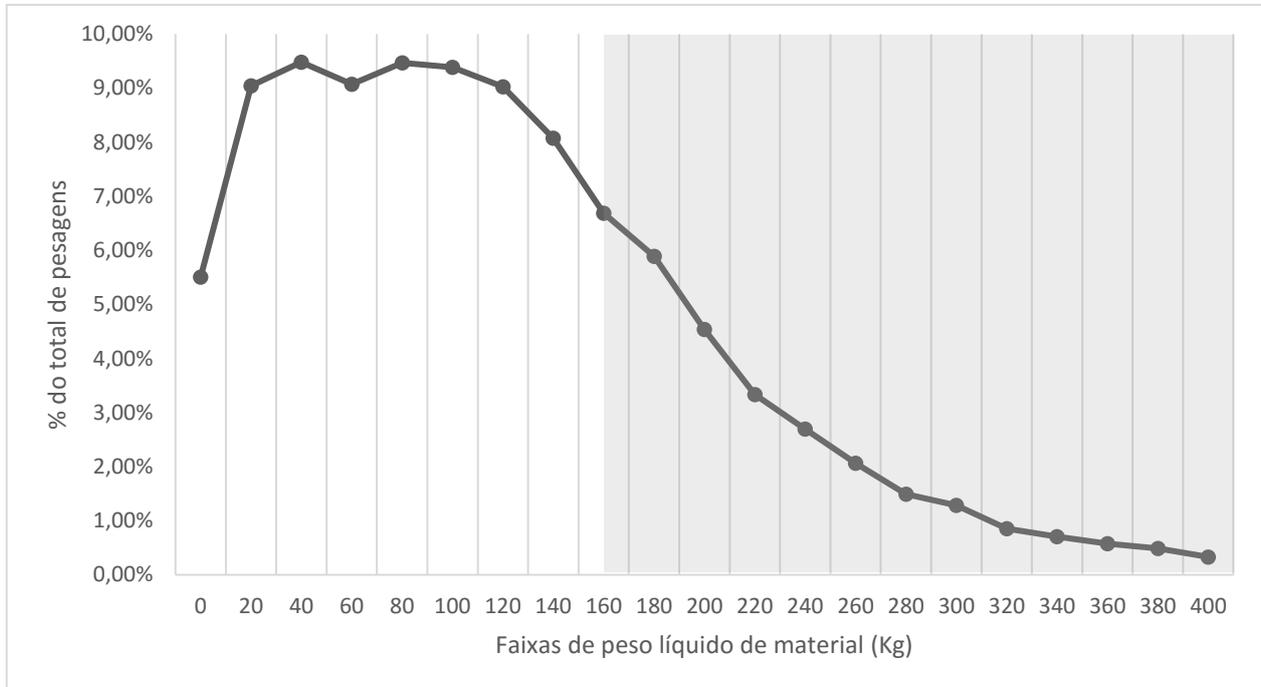


Figura 10 Percentuais dos descarregamentos por faixa de peso.  
Fonte: autor

Tomando-se como base os tempos-padrão para os descarregamentos, é possível identificar qual foi a economia de tempo que a grua trouxe para o processo.

Tempo-padrão de descarregamento com a mão para 100 Kg = 4,96 min.

Tempo-padrão de descarregamento com a grua = 7,49 min.

Através de uma regra de três é possível saber qual o peso máximo que se pode descarregar com a mão levando o mesmo tempo de descarregamento com a grua.

Como 100 Kg são descarregados com a mão em 4,96 min, em 7,49 min seria possível descarregar, aproximadamente, 151 Kg. Assim, pode-se afirmar que carrinhos com menos de 151 Kg de peso líquido de material são descarregados mais rapidamente com a mão do que com a grua, área mais escura da Figura 10.

Novamente, tomando-se os descarregamentos de maio a dezembro de 2015, onde pesos abaixo de 151 Kg seriam descarregados com a mão e os acima de 151 Kg descarregados com a grua, é possível notar uma redução mensal média de 63,7 h nos tempos de descarregamento quando comparados aos tempos utilizando-se somente a mão, vide gráfico Figura 11. Uma redução média de, aproximadamente, 22% nos tempos de descarregamento.

Visualizando-se o gráfico, é possível notar também que o descarregamento de todos os materiais utilizando-se somente a grua tomaria mais tempo do que a operação somente manual e a operação manual e com a grua.

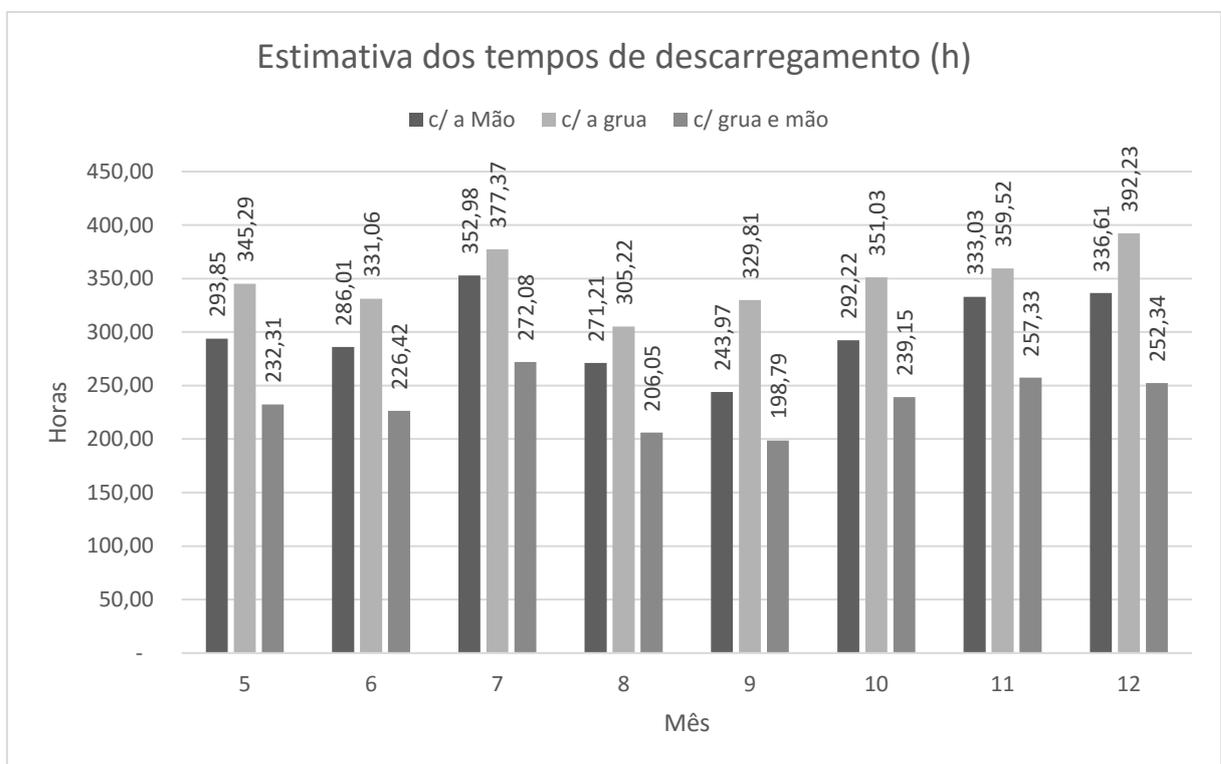


Figura 11 Estimativa de tempos de descarregamento.  
Fonte: autor

Com relação às melhorias ergonômicas seguindo a avaliação feita através do Sistema OWAS foram observadas mudanças em que as posições de descarregamento passaram de classe 2, no descarregamento com as mãos, para classe 1 no descarregamento com a grua. Isso significa que as posições passaram de posturas que mereciam atenção e revisões do processo, para posturas que dispensam cuidados, em se tratando de ergonomia.

## 5. CONCLUSÃO

Como visto na parte introdutória, a administração científica das atividades de uma empresa é o ponto de partida para uma melhor compreensão do funcionamento dos seus processos. Através do conhecimento dos tempos-padrão das operações, é mais fácil planejar o trabalho, programar a produção, determinar custos, capacidade, balancear linhas, entre outras atividades que têm como finalidade melhorar o desempenho das organizações.

Neste estudo, o Sistema OWAS de avaliação postural se mostrou uma ferramenta importante para a identificação de operações críticas que necessitam de atenção e modificação para que não penalizem a saúde e bem-estar dos trabalhadores de uma empresa. Através dessa ferramenta, foram identificadas posições de Classe 2, antes da modificação do processo e de Classe 1 depois da mudança.

Apesar disso, o Sistema OWAS se mostra incapaz de mensurar os ganhos em capacidade que modificações nos métodos de trabalho com consequentes ganhos ergonômicos podem trazer. Assim, uma combinação do Sistema OWAS com o estudo de tempos se mostra uma interessante ferramenta na melhoria de processos para, além de identificar a necessidade de mudanças por questões ergonômicas, apontar as alterações em termos de capacidade que alterações desse tipo podem trazer. Nesse caso, foi possível calcular os tempo-padrão de descarregamento que passaram de 4,95 min/100 Kg para 7,49 min, independente do peso descarregado, resultando em uma redução global aproximada de 22% no tempo da operação.

Como forma de complementar o estudo, em relação a avaliação ergonômica, o Questionário Nórdico ou do Diagrama de Áreas Dolorosas podem ser aplicados em pesquisas futuras. Dessa maneira, seria possível ter também um feedback dos trabalhadores a respeito de dores e problemas musculoesqueléticos antes e depois da implantação da grua. Possibilitando assim, complementar e enriquecer a avaliação das melhorias ergonômicas.

De posse das informações obtidas neste estudo, a empresa pode readequar a forma de se trabalhar, prevendo os impactos que a modificação do processo gera nos custos, planejamento do trabalho e na divisão de tarefas.

## REFERÊNCIAS

- ASME - AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **Operation and Flow Process Charts**. New York: [s.n.], 1947. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2027/wu.89083917005>>. .
- BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. [S.l.]: Edgard Blucher, 1963. 744 p. .978-85-212-0010-9.
- CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e operações - Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. [S.l.]: Atlas, 2009. 690 p. .978-85-224-4212-6.
- Definition and Domains of ergonomics / IEA Website*. Disponível em: <<http://www.iea.cc/whats/index.html?fontsize=14>>. Acesso em: 30 nov. 2015.
- FALZON, Pierre. **Ergonomia**. [S.l.]: Blucher, 2007. 640 p. .978-85-212-0412-1.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. [S.l.]: Edgard Blücher, 2005. 614 p. .978-85-212-0354-4.
- JUNIOR, Moacyr Machado Cardoso. Avaliação Ergonômica: Revisão dos Métodos para Avaliação Postural. **Revista produção online** v. 6, n. 3, p. 133 , 2006.
- KEE, Dohyung; KARWOWSKI, Waldemar. A Comparison of Three Observational Techniques for Assessing Postural Loads in Industry. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics** v. 13, n. 1, p. 3–14 , jan. 2007.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; MORABITO, Reinaldo; PUREZA, Vitória. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. [S.l.]: Elsevier, 2010. 226 p. .978-85-352-3523-4.
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. [S.l.]: Cengage Learning, 2008. 624 p. .978-85-221-0587-8.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção**. [S.l.]: Bookman, 1997. 160 p. .978-85-7307-170-2.
- PINHEIRO, Fernanda Amaral; TRÓCCOLI, Bartholomeu Torres; CARVALHO, CV De. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. **Rev Saúde Pública** v. 36, n. 3, p. 307–12 , 2002.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. [S.l.]: Bookman Companhia Ed, 1996. 304 p. .978-85-7307-169-6.
- SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Operations Management**. 7. ed. Boston: Pearson, 2013. 768 p. .978-0-273-77620-8.
- TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios de administração científica**. 8. ed. [S.l.]: Atlas, 1990. 109 p. .978-85-224-0513-8.

## ANEXO – PLANILHA DE PESOS DA BALANÇA

Data	Hora	Carrinho	Peso		Material	Assinatura	Peso
			Bruto	Tipo			
01/05/2015	17:10:00	11	250,80	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	115,40
01/05/2015	17:12:00	24	382,80	SUNDAY 4	BRANCO III	ROSÂNGELA	302,00
01/05/2015	17:15:00	T. FERRO	63,40	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	49,00
01/05/2015	17:25:00	2	233,80	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	150,00
01/05/2015	17:30:00	26	237,80	SUNDAY 4	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	148,20
01/05/2015	17:50:00	7	167,00	SUNDAY 1	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	42,40
01/05/2015	18:00:00	11	178,80	PAPELÃO DA GRÁFICA	ONDULADO	ROSÂNGELA	43,40
01/05/2015	18:15:00	11	285,80	PAPELÃO DA ROTATIVA	ONDULADO	ROSÂNGELA	150,40
01/05/2015	18:20:00	22	418,80	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	324,20
01/05/2015	18:30:00	13	314,80	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	150,40
01/05/2015	18:40:00	28	169,80	POLAR 2(GUILHOTNA 2)	BRANCO III	ROSÂNGELA	54,40
01/05/2015	19:00:00	4	258,70	SUNDAY 4	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	168,10
01/05/2015	19:10:00	11	229,80	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	94,40
01/05/2015	19:20:00	2	350,60	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	266,80
01/05/2015	19:40:00	17	242,40	POLAR 2(GUILHOTNA 2)	BRANCO III	ROSÂNGELA	121,40
01/05/2015	21:50:00	17	129,80	PAPELÃO DA ROTATIVA	ONDULADO	ROSÂNGELA	8,80
01/05/2015	21:53:00	18	428,00	SUNDAY 2	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	348,80
01/05/2015	22:03:00	T. PEQUENO	48,80	PAPELÃO DA GRÁFICA	ONDULADO	ROSÂNGELA	43,40
01/05/2015	22:10:00	7	305,60	SUNDAY 4	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	181,00
01/05/2015	22:15:00	22	206,60	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	112,00
01/05/2015	22:25:00	M4	50,80	ENVELOPE ( TRITURAÇÃ	BRANCO III	ROSÂNGELA	31,80
01/05/2015	22:30:00	COLETOR RO	40,60	ROTATEK	BRANCO III	ROSÂNGELA	23,00
01/05/2015	22:35:00	23	172,60	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	14,00
01/05/2015	22:45:00	11	307,80	MANTA	BRANCO I e II	ROSÂNGELA	172,40
01/05/2015	23:17:00	24	263,20	SUNDAY 4	REVISTA ESCURA	MARCIA	182,40
01/05/2015	23:20:00	2	356,00	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	MARCIA	272,20
01/05/2015	23:56:00	22	241,60	LITHOMAN	REVISTA ESCURA	MARCIA	147,00
01/05/2015	23:58:00	24	324,00	SUNDAY 1	REVISTA ESCURA	MARCIA	243,20
04/05/2015	06:58:00	PALETE PADR	102,00	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	87,00
04/05/2015	07:00:00	PALETE PADR	408,80	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	393,80
04/05/2015	07:02:00	PALETE PADR	264,40	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	249,40
04/05/2015	07:05:00	PALETE PADR	190,00	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	175,00
04/05/2015	07:08:00	PALETE PBR N	526,10	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	504,90
04/05/2015	07:10:00	PALETE PADR	426,10	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	411,10
04/05/2015	07:11:00	PALETE PADR	327,00	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	310,80
04/05/2015	07:15:00	PALETE PADR	162,80	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	147,80
04/05/2015	07:20:00	PALETE PADR	319,40	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	304,40
04/05/2015	07:22:00	PALETE PADR	157,00	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	142,00
04/05/2015	07:25:00	PALETE PADR	199,40	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	184,40
04/05/2015	07:28:00	PALETE PLAN	18,60	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	9,60
04/05/2015	07:30:00	PALETE PLAN	120,80	SOBRA	BRANCO III	ROSÂNGELA	111,80
04/05/2015	07:32:00	PALETE PLAN	140,80	SOBRA	BRANCO III	ROSÂNGELA	131,80
04/05/2015	07:35:00	PALETE PADR	306,20	SOBRA	REVISTA ESCURA	ROSÂNGELA	291,20



**Termo de Autorização para publicação de trabalhos acadêmicos em formato eletrônico no  
Repositório Institucional Digital da Produção Científica e Intelectual da UFJF**

1. Identificação da material bibliográfico: ( ) Tese ( ) Dissertação  
 TCC graduação ( ) TCC Especialização

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor: MARCELO DA COSTA AUGUSTIN  
 Matrícula: 200849036 CPF: 102.211.176/01 Telefone fixo 32 32134070  
 Telefone celular: 32 91080999 E-mail: AUGUSTIN.MARCELO@GMAIL.COM  
 Nome do orientador: EDUARDO BREVIGLIERI PEREIRA DE CASTRO  
 Título do trabalho: MODIFICAÇÃO NO PROCESSO DE DESCARREGAMENTO DE APARAS COM  
 AVALIAÇÃO DAS MELHORIAS ERGONÔMICAS  
 Co-orientador: \_\_\_\_\_  
 Membros da Banca: ROBERTA CAVALCANTI PEREIRA NUNES ; MARCOS MARTINS BORGES

**Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)**

Programa: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
 Área do Conhecimento: \_\_\_\_\_ Palavras-chave: \_\_\_\_\_  
 Data da defesa: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Pós-graduação Lato Sensu (especialização)**

Curso de Pós-Graduação: \_\_\_\_\_  
 Área do Conhecimento: \_\_\_\_\_ Palavras-chave: \_\_\_\_\_  
 Data da defesa: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Graduação**

Curso: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Data da defesa: 19/07/16  
 Área do Conhecimento: \_\_\_\_\_  
 Palavras-chave: MELHORIA DE PROCESSO, ESTUDO DE TEMPOS, SISTEMA OWAS  
 3. Agência (s) de fomento (se houver): \_\_\_\_\_

**4. Licença de uso**

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Centro de Difusão do Conhecimento da Universidade Federal de Juiz de Fora a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública *Creative Commons* Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? ( ) Sim  não

Permitir alterações em sua obra? ( ) sim ( ) sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença  não

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

**4. Informação de acesso ao documento:**

Liberação para publicação:  Total ( ) Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROPP ou PROGRAD. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos:

**Declaração de distribuição não-exclusiva**

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal de Juiz de Fora os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdos do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a UFJF, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do autor Marcelo da Costa Augustin

Data 03/08/16

## ANEXO E – TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA

### Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral<sup>1</sup> e criminais previstas no Código Penal<sup>2</sup>, além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 19 de JULHO de 2016.

MARCELO DA COSTA AUGUSTIN  
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

200849 036  
Matrícula

Marcelo da Costa Augustin  
ASSINATURA

10221176 01  
CPF

<sup>1</sup> LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

<sup>2</sup> Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.