

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

DANIEL SONEGO

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA PARA VERTICALIZAÇÃO
DE UM PROCESSO DE CORTE E SOLDA POR ALTA FREQUÊNCIA**

CAXIAS DO SUL

2017

DANIEL SONEGO

**ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA PARA VERTICALIZAÇÃO
DE UM PROCESSO DE CORTE E SOLDA POR ALTA FREQUÊNCIA**

Trabalho de estágio supervisionado apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Joanir Luís Kalnin, Dr.

CAXIAS DO SUL

2017

“Os caminhos que nos trouxeram
até aqui não serão os mesmos que
nos levarão até o futuro”

Peter Drucker

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade técnica e econômica para verticalização do processo de corte e solda por alta frequência do tecido Neoprene que é utilizado para revestimento das poltronas montadas na fábrica de poltronas localizada na unidade Ana Rech da empresa Marcopolo S.A. Este estudo vem atender as demandas estipuladas pela gestão da empresa e propõe a realização da integração vertical dos processos de corte e solda do tecido Neoprene, gerando redução nos custos do produto final e reduzindo *lead time* de entrega destes materiais. Desta forma, auxilia a empresa a manter-se competitiva e buscando aumento de sua participação de mercado. Através da estrutura de equipamentos disponível na empresa a integração mostrou-se viável tecnicamente, necessitando somente adequações no *layout* e aquisição de sistemas de movimentação para implementação do novo processo. Notou-se, neste trabalho durante a análise financeira que mesmo com a necessidade de investimentos para a implantação da nova proposta o valor presente líquido obtido foi de R\$ 1.954.121,00, sendo positivo e o *payback* foi somente de dois meses, superando os 18 meses estabelecidos pela empresa para este tipo de projeto, tornando sua implementação viável tecnicamente e economicamente.

Palavras-chave: Verticalização. Viabilidade técnica. Viabilidade econômica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Mapa produção de carrocerias	11
Figura 2 - Métodos de corte.....	19
Figura 3 - Faca de corte	20
Figura 4 - Máquina corte tecido automatizada	21
Figura 5 - Máquina solda alta frequência	23
Figura 6 - Arranjo físico funcional.....	26
Figura 7 - Arranjo físico por fluxo de produto	27
Figura 8 - Fórmula cálculo TIR.....	28
Figura 9 - Fórmula cálculo VPL.....	30
Figura 10 - Fluxo de caixa.....	31
Figura 11 - Fluxo produção departamento de poltronas.....	32
Figura 12 - Peças em Neoprene.....	33
Figura 13 - Áreas envolvidas para atender o pedido cliente	34
Figura 14 - Consumo material.....	35
Figura 15 - Forma fornecimento.....	36
Figura 16 - Armazenamento de caixas	37
Figura 17 - Esboço fluxo atual	37
Figura 18 - Etapas do trabalho.....	38
Figura 19 - Peças de Neoprene mais consumidas.....	42
Figura 20 - Relação consumo de peças	43
Figura 21 - Corte de peças por balancim hidráulico.....	44
Figura 22 - Relatório de Consumo x Custo	45
Figura 23 - Neoprene fornecido em rolo	47
Figura 24 - Carrinho transporte de rolos	47
Figura 25 – Neoprene fornecido em estrado de madeira.....	48
Figura 26 - Resultados testes da matéria prima.....	48
Figura 27 - Plano de corte	49
Figura 28 - Corte máquina Lectra	50
Figura 29 - Plano de corte.....	51
Figura 30 - Etapas solda alta frequência.....	52
Figura 31 - Cronoanálise da solda por alta frequência	53
Figura 32 - Armazenamento da materia-prima teste	54

Figura 33 - Ponte rolante para movimentação.....	55
Figura 34 - Eletrodo para solda alta frequência.....	55
Figura 35 - Relação kit manutenção	56
Figura 36 - Relação de Investimentos	58
Figura 37 - Custo peças do processo atual	59
Figura 38 - Blancks para processo proposto.....	59
Figura 39 - Tempo corte automatizado	60
Figura 40 - Resultados Análise de Investimento	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens da integração vertical	18
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos <i>layouts</i> básicos	25

LISTA DE SIGLAS

COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
FABUS	Associação Nacional de Fabricantes de Ônibus
GGT	<i>Gerber Garment Technology</i>
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IPI	Imposto sobre Produto Industrializado
PIS	Programa de Integração Social
SAP	Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VAL	Valor Atual Líquido
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	JUSTIFICATIVA	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral.....	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO.....	13
1.4	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	INTEGRAÇÃO VERTICAL.....	15
2.1.1	Definição	15
2.1.2	Efeitos da Integração Vertical	16
2.1.3	Benefícios da Integração Vertical.....	17
2.2	PROCESSO DE CORTE.....	18
2.2.1	Tipos de processo de corte tecido	19
2.2.1.1	Corte automatizado com lâmina	20
2.3	PROCESSO DE SOLDA	21
2.3.1	Solda por alta frequência	22
2.3.2	Requisitos da solda por alta frequência.....	23
2.4	LAYOUT	24
2.4.1	Tipos de Layout.....	25
2.4.1.1	Layout funcional.....	26
2.4.1.2	Layout linear	27
2.5	ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	27
2.5.1	Taxa Mínima de atratividade (TMA)	28
2.5.2	Taxa Interna de retorno (TIR)	28
2.5.3	Valor Presente Líquido (VPL).....	29
2.5.4	Payback.....	30
2.5.5	Fluxo de caixa.....	30

3	PROPOSTA DE TRABALHO	32
3.1	CENÁRIO ATUAL	32
3.2	ETAPAS DA PROPOSTA DE TRABALHO	37
3.2.1	Primeira etapa - Identificar os consumos de peças produzidas em Neoprene	39
3.2.2	Segunda etapa - Identificar os custos relacionados aquisição atual.....	39
3.2.3	Terceira etapa - Analisar viabilidade técnica para corte e solda	39
3.2.4	Quarta etapa - Avaliar aquisição de equipamentos para adequação do processo	40
3.2.5	Quinta etapa - Definir layout e fluxos de processo	40
3.2.6	Sexta etapa - Analisar viabilidade econômica para verticalização do processo ...	41
4	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO	42
4.1	PRIMEIRA ETAPA – IDENTIFICAR OS CONSUMOS DE PEÇAS PRODUZIDAS EM NEOPRENE	42
4.2	SEGUNDA ETAPA – IDENTIFICAR OS CUSTOS RELACIONADOS AQUISIÇÃO ATUAL.....	45
4.3	TERCEIRA ETAPA – ANALISAR VIABILIDADE TÉCNICA PARA O CORTE E SOLDA.....	46
4.4	QUARTA ETAPA – AVALIAR AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA ADEQUAÇÃO DO PROCESSO.....	53
4.5	QUINTA ETAPA – DEFINIR LAYOUT E FLUXOS DE PROCESSO	56
4.6	SEXTA ETAPA – ANALISAR VIABILIDADE ECONÔMICA PARA VERTICALIZAÇÃO DO PROCESSO	57
5	CONCLUSÃO.....	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A - DIVISÃO DE PEÇAS PARA PLANOS DE CORTE	67
	APÊNDICE B - LAYOUT E FLUXO PROCESSO ATUAL	69
	APÊNDICE C - LAYOUT E FLUXO DE PROCESSO PROPOSTO	71
	ANEXO A - DOCUMENTO DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO	73

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho foi iniciado na disciplina de Estágio Supervisionado em Engenharia de Produção I (PRO0212 DR), do curso de graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul. O estudo foi realizado na empresa Marcopolo S.A, que atua na fabricação de carrocerias para ônibus com 68 anos de mercado.

Devido ao elevado nível de concorrência encontrado entre as empresas encarroçadoras de ônibus no Brasil e no mundo, a busca por melhorias no processo produtivo, são constantes, onde ganhos com redução de custo e aumentos de eficiência produtiva são bem vistos nas empresas, pois colaboram para mantê-las competitivas no mercado.

A empresa Marcopolo em um de seus departamentos fabris que é a fábrica de poltronas utiliza para confecção das capas das poltronas diversos tipos de revestimentos, sendo um deles o Neoprene¹ que atualmente é fornecido por empresa terceirizada já no formato da peça e com demarcação do logo quando necessário. O Neoprene não é utilizado no revestimento total da poltrona por ser uma matéria-prima com elevado custo, mas sim, nas áreas de maior contato como cabeceira, lombar e assento proporcionando maior conforto.

Devido a aceitação deste revestimento junto aos clientes e em busca de redução dos custos de produção das poltronas, este trabalho teve a finalidade de auxiliar na tomada de decisão, quanto a viabilidade de verticalização do processo de corte e solda por alta frequência para demarcação das peças que utilizam Neoprene como matéria-prima.

A estrutura do trabalho iniciou pela contextualização dos objetivos do estudo e apresentação da justificativa para a realização do estudo de caso. Após foram expostos os objetivos, perfil da empresa e ambiente de trabalho e finalizando o Capítulo 1 foi definida abordagem e a delimitação do trabalho. No Capítulo 2 foi realizada a fundamentação teórica sobre o tema. O Capítulo 3 apresentou a proposta de trabalho, com os passos necessários para atingir os objetivos da pesquisa. O Capítulo 4 apresentou os resultados obtidos, que foram realizados durante o segundo semestre 2017 na disciplina de Estágio Supervisionado em Engenharia de Produção II.

¹Neoprene – Revestimento que possui combinação de uma fatia de borracha sintética expandida sob alta pressão e temperatura, revestida de tecido dos dois lados ou de apenas um. INNEO, Empresa. Disponível em: <<http://inneo.com.br>>, acesso em: 20 mar. 2017.

1.1 JUSTIFICATIVA

As constantes exigências dos passageiros pelo aumento do conforto nos ônibus desafiavam as empresas a desenvolver maneiras de satisfazer seu cliente. Nas poltronas da Marcopolo uma das medidas foi introduzir como revestimento um tecido de Neoprene, que tem como característica elasticidade, impermeável e conforto devido sua última camada ser aveludada proporcionando bem-estar aos passageiros.

A aceitação do Neoprene por parte dos clientes tornou este produto fundamental para alguns modelos de ônibus rodoviários que utilizam poltronas executivas, semi leito, leito e leito cama. Porém os custos dos processos de corte e demarcação do logo da empresa são elevados, pois exigem cuidados especiais no seu manuseio.

A Figura 1 apresenta um levantamento realizado no mês de fevereiro de 2017 pela FABUS (Associação Nacional dos Fabricantes de Ônibus), onde se destaca a empresa Marcopolo na produção de ônibus rodoviários. A maior fatia do mercado é de ônibus rodoviários com 35,86% seguido pelos modelos urbanos com 34,86%. A Marcopolo produziu 210 unidades dos 297 ônibus rodoviários representando 70% da produção. Esses números refletem que a empresa necessita aprimorar seus processos produtivos para manter-se líder no mercado.

Figura 1- Mapa produção de carrocerias

EMPRESA ASSOCIADA		Urbanos Novos - Usados	Rodoviários Novos - Usados	Intermunicipal Novos - Usados	Micro-Ônibus Novos - Usados	Mini-Ônibus Novos - Usados	Especiais Novos - Usados	Tróleibus Novos - Usados	SUB-TOTAL Novos - Usados	TOTAL
MARCOPOLO		17 17	210 210	31 31	50 50	0 0	0 0	0 0	308 308	308
MARCOPOLO RIO		63 63	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	63 63	63
COMIL		5 5	14 14	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	20 20	20
CAIO INDUSCAR		141 141	7 7	0 0	65 65	0 0	0 0	0 0	213 213	213
IRIZAR		0 0	26 26	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	26 26	26
NEOBUS		21 21	23 23	0 0	44 44	0 0	0 0	0 0	88 88	88
MASCARELLO		42 42	17 17	6 6	46 46	0 0	0 0	0 0	111 111	111
T O T A L:		289 289	297 297	38 38	205 205	0 0	0 0	0 0	829 829	829
% em relação Total:		34,86%	35,83%	4,58%	24,73%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	

Obs. Neobus entrou para o quadro associativo em 2005
Mascarello entrou para o quadro associativo em dez/2005
Marcopolo Rio antiga Ciferal

Fonte: FABUS (2017)

Neste sentido, a empresa Marcopolo S.A. pretende efetuar um estudo referente à viabilidade de verticalização do processo de corte e solda por alta frequência de Neoprene, atualmente terceirizado, visando com isso obter melhores resultados quanto a:

- a) redução de até 25% custo peça de Neoprene (custo de produto);
- b) melhor aproveitamento do tecido, atualmente 20% é rejeito (eliminação de perdas);
- c) realizar recorte das peças com precisão (qualidade);
- d) redução do *lead time* que atualmente superior há 30 dias.

Neste contexto, através desse trabalho foi possível aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia de Produção e buscando auxiliar a tomada de decisão quanto à viabilidade técnica e econômica para verticalização do corte e solda por alta frequência do revestimento de Neoprene utilizado na forração das poltronas.

1.2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos do trabalho, sendo estes subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.2.1 *Objetivo geral*

O objetivo geral deste trabalho foi analisar viabilidade técnica e econômica da verticalização do processo de corte e solda por alta frequência do tecido Neoprene utilizado para revestimento das poltronas fabricadas pela empresa Marcopolo.

1.2.2 *Objetivos específicos*

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) identificar os consumos de peças produzidas em Neoprene;
- b) identificar os custos relacionados aquisição atual;
- c) analisar viabilidade técnica para corte e solda;
- d) avaliar a aquisição de equipamentos para adequação processo;
- e) definir *layout* e fluxos de processo;
- f) analisar viabilidade econômica para verticalização do processo.

1.3 PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO

A Marcopolo é uma empresa brasileira fabricante de carrocerias de ônibus, fundada em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul no ano de 1949, com o nome de Nicola & Cia Ltda. No ano de 1971 passou a se chamar de Marcopolo S.A., e é utilizado até os dias de hoje. Desde então, já produziu mais de 400 mil ônibus e possui mais de 15.000 colaboradores.

Devido ao seu investimento constante em design e tecnologia a empresa produz soluções que contribuem para o transporte coletivo de passageiros, sendo reconhecida como empresa líder do mercado brasileiro no segmento ônibus e como uma das maiores fabricantes do mundo, possuindo fabricas nos cinco continentes e comercializa seus produtos em mais de cem países.

A matriz da empresa é a unidade Planalto localizada em Caxias do Sul, atualmente produtora somente de Micro-Ônibus urbanos e rodoviários. Conta com filiais no Brasil que são as unidades Ana Rech (produtora de carrocerias rodoviárias e urbanas) e Neobus (produtora de carrocerias rodoviárias e urbanas), ambas localizadas no Bairro de Ana Rech em Caxias do Sul. Também a planta Marcopolo Rio localizada em Duque de Caxias, Rio de Janeiro, (produtora somente de carrocerias urbanas). Já no exterior a empresa conta com 12 unidades, localizadas na Argentina, Colômbia, México, África do Sul, Índia, Egito, China, Canadá, Rússia e na Austrália.

A unidade Ana Rech, conhecida como controladora, onde se encontram os principais responsáveis pelas decisões estratégicas gerais da empresa, que será foco deste estudo, foi fundada em 1981 e possui uma área física de 373.500 m² e 88.000 m² de área construída, com capacidade de produção de 8.000 unidades por ano. Atua em três turnos e esta unidade produz os seguintes modelos de carrocerias Paradiso G7 1800DD, Paradiso G7 1600 LD, Paradiso G7 1200 e Paradiso G7 1050, Viaggio G7 1050 e Viaggio G7 900, Ideale 770, Ideale 770MT, Viale, Viale BRT, Viale BRS, GranViale SeniorMidi e Novo Torino.

O setor 357, onde foi realizado o estágio, é um departamento destinado ao corte e costura de revestimentos para fabricação das capas das poltronas, e abastece a linha de produção local denominada como setor 359 (estofaria), realizando o estofamento das poltronas que são fornecidas para as fábricas da Marcopolo no Brasil e no exterior.

Departamento de corte e costura é composto por 104 funcionários, sendo 73% do seu quadro do sexo feminino, que se dividem nas atividades de programação de produção, corte automatizado, e costuras em geral. A gestão desta área é composta por um supervisor de produção e dois líderes operacionais em cada turno.

1.4 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Para Oquist (1978), o termo pesquisa refere-se à produção de conhecimento e o termo ação é a modificação intencional de uma realidade. Então, a pesquisa-ação é uma produção de conhecimento embasada pela prática e com modificação de uma realidade como parte do processo. Neste método ocorre a modificação da realidade simultaneamente ao conhecimento produzido, pois cada um depende do outro.

Bryman (1989), considera a pesquisa-ação uma abordagem da pesquisa aplicada, onde o pesquisador se envolve junto ao grupo colaborando com desenvolvimento de um diagnóstico e para solução de um problema, por meio da qual as descobertas resultantes irão contribuir para o crescimento da base de conhecimento.

Marconi e Lakatos (2006), entendem que o pesquisador se incorpora ao grupo e exerce influência sobre ele. Tendo objetivo principal de ganhar a confiança do grupo e fazer os participantes compreenderem a importância da investigação, não ocultando o seu objetivo ou missão.

Pode-se relacionar as quatro as fases da pesquisa-ação, que são as seguintes:

- a) a definição do problema a ser estudado e com intensidade de ação, juntamente com a base teórica a ser seguida;
- b) a coleta de informações e dados;
- c) o estudo de quais foram às ações a serem executadas e em seguida aplicá-las;
- d) a verificação se as ações realizadas realmente obtiveram a resposta desejada.

Thiollent (2007) define que a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa na Engenharia de Produção que visa produzir conhecimento e resolver um problema prático. A preocupação quanto estes dois objetivos da pesquisa-ação são variáveis, porém o seu equilíbrio seria o desejável.

Neste contexto esse trabalho da disciplina de estágio em Engenharia de Produção II desenvolveu a coleta de dados através de abordagem qualitativa, onde os dados de consumos dos materiais foram de um período de consumo 12 meses do ano de 2016 e utilizou o método da pesquisa-ação para obtenção e análise dos resultados. As etapas da pesquisa estão descritas no capítulo 3 deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentado o referencial teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho, começando com definições sobre integração vertical destacando suas vantagens e desvantagens, processos de corte e solda em tecidos utilizados na indústria, tipos de *layout*, e finalizando com conceitos envolvidos na análise econômica baseado nos requisitos que foram utilizados para análise da proposta de integração vertical.

2.1 INTEGRAÇÃO VERTICAL

Indagações são bem normais dentro das organizações quanto à questão de sua estruturação vertical. No primeiro momento pode haver vantagens, porém, essa análise nem sempre é verdadeira e necessita de estudo baseado também em um modelo econômico que auxilia para tomada de decisão que seja a mais vantajosa para a organização.

2.1.1 Definição

A integração vertical defende a união dos processos de produção, distribuição e venda dentro das organizações. Esta alternativa visa facilitar o controle das operações diminuindo os riscos envolvidos. Seu principal atrativo para os empresários é a expectativa de redução dos custos de produção (PORTER, 2004).

Slack, Chambers e Johnston (2002) definem a estratégia de integração vertical como o grau de envolvimento de uma organização na cadeia de negócio no qual está inserida. A definição estratégica envolve a não viabilidade de contratação de fornecedores e produzir o bem em todos os seus estágios dentro da empresa, aumentando seu nível de domínio no seu ramo de atuação.

A definição em relação a transformação completa da matéria-prima em produto acabado está baseada em três pilares:

- a) direção de expansão: posição que a empresa adota em decidir pela integração vertical como uma estratégia voltada a expandir a produção no sentido de seus fornecedores, sendo também chamada de integração à montante (para trás). Com o controle de seus fornecedores as empresas adquirem vantagens em relação aos custos e limitam que seus concorrentes utilizem seus fornecedores. Já quando a decisão tende para uma proximidade maior com o mercado, a integração é

conhecida como jusante (para frente), atuação que proporciona contato direto com os consumidores finais.

- b) amplitude: o processo de integração vertical deve ser decidido logo após à definição da direção da expansão, escolhendo um determinado limite de integração que não se afaste de sua posição original. As organizações buscam ampliar ao máximo seu nível de controle dentro de seu ramo de negócio, tornando-se fornecedoras de si mesmo.
- c) equilíbrio: resultante entre as etapas verticalmente integradas está totalmente relacionado a capacidade de atendimento e ao grau de comportamento operacional de cada seguimento do negócio. Assim as etapas bem balanceadas estabelecem um fluxo simples focando seus esforços somente em atender a sua próxima etapa que é seu cliente em específico satisfazendo suas exigências.

Na decisão referente a verticalização de um processo em uma organização deve-se avaliar dentro de sua cadeia de negócio o ponto onde existe maior dificuldade de controlar as operações e oferece maior risco para o negócio (WILLIAMSON, 1985). Essa verticalização pode ser conceitualmente caracterizada como:

Combinação de processos tecnologicamente distintos (ex.: produção, processamento, distribuição, vendas) dentro das fronteiras de uma mesma empresa, ou seja, sob um mesmo comando decisório (seja um indivíduo, empresa, conglomerado, instituição ou outra forma), e envolvendo a propriedade total dos ativos. (WILLIAMSON, 1985, p 114)

A verticalização está diretamente ligada aos custos envolvidos nas transferências de insumos desde a concepção da matéria-prima até o produto final realizado dentro de uma cadeia de negócio. Deve ser seguida como regra, abordar inicialmente as atividades que geram maior despesas, gastos e desperdícios, onde trarão retorno mais rápido para a empresa.

A verticalização consiste na execução de várias funções da cadeia operacional de um negócio sob o controle de uma só empresa (FREIRE, 1997).

2.1.2 Efeitos da Integração Vertical

Devido as diferentes circunstâncias e objetivos desejados pelas organizações a integração vertical pode ser mais vantajosa e proporcionar maior benefício quando atinge diretamente o interesse da empresa (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). A grande

indagação que deve ser levada em consideração para a definição dos efeitos positivos ou negativos é:

A questão de integração vertical a que todas as organizações devem responder é relativamente simples, mesmo se a decisão em si não o for. “As vantagens que uma integração vertical confere, dado um conjunto particular de circunstâncias de uma organização, atendem aos objetivos de desempenho necessários para ela competir mais efetivamente em seus mercados?” Por exemplo, se os principais objetivos de desempenho de uma operação são confiabilidade de entrega e atendimento a mudança de curto prazo nas necessidades de atendimento dos clientes, a questão-chave deve ser. “Como a integração vertical melhora a confiabilidade e a flexibilidade de entrega?” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p.176).

Nas organizações os fatores que interferem na tomada de decisão em uma verticalização são inúmeros, sempre levando em consideração a situação da empresa e sua estratégia competitiva. O principal objetivo na maioria das vezes é redução do custo, mas conforme a estratégia adotada pela corporação pode ser realizada integrações visando também melhorias de qualidade e confiabilidade.

Para Zhang (2013) destaca que se a integração vertical for realizada para potencializar o bom desempenho operacional, visando a redução de custos, as organizações se destacarão e adotarão estratégias de verticalização de seus processos.

2.1.3 Benefícios da Integração Vertical

Para Slack, Chambers e Johnston (2002) os pontos positivos de uma integração vertical em uma empresa devem levar em conta diversos aspectos e não somente o custo envolvido. Através de melhorias realizadas durante a verticalização pode-se identificar benefícios nos processos produtivos proporcionando maior eficiência, qualidade e confiabilidade na manufatura dos produtos, além de possibilitar uma maior flexibilidade nas operações devido as mesmas estarem introduzidas dentro da organização.

No contexto geral ambas as verticalizações podem gerar benefícios para as empresas, tanto a integração de forma montante, como integração de tipo jusante. Segundo Freire (1997) diversos benefícios podem ser identificados na utilização da integração vertical afetando ambas que são:

- a) redução de gastos na produção e distribuição;
- b) planejamento integrado;
- c) expansão da base tecnológica;
- d) maior capacidade de diferenciação;

- e) aumento a barreiras de entrada de concorrentes;
- f) acesso a negócios de alta atratividade.

Quando se trata de vantagens competitivas, a integração vertical potencializa dentro de uma organização alguns pontos que trazem para a empresa uma diferenciação no mercado. A relação de vantagens pode ser melhor compreendida observando o Quadro 1, onde subdivide-se as vantagens conforme a forma de integração utilizada.

Quadro 1 - Vantagens da integração vertical

Montante (para trás)	Jusante (para frente)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maior sigilo sobre tecnologias próprias; ➤ Controla a regularidade nos fornecimentos; ➤ Aumento de diferenciação do produto. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recebe informações diretas do mercado; ➤ Aumenta preço de venda; ➤ Acesso aos pontos de distribuição; ➤ Complementa sua oferta aos clientes; ➤ Aumenta diferenciação do produto.

Fonte: Freire (1997)

2.2 PROCESSO DE CORTE

A tecnologia do corte de um produto abrange um conjunto de processos, métodos, máquinas e equipamentos de corte, onde contempla várias etapas, conforme a matéria-prima utilizada no produto.

Biéguas (2004) entende que corte é muito importante para o processo de costura, influenciando na qualidade e produtividade, seus processos de corte são vinculados aos estudos das atividades que ocorrem antes e pós o corte que são:

- a) encaixe: seria a distribuição das modelagens sobre tecido visando melhor aproveitamento de matéria-prima. Pode ser realizado manualmente ou automaticamente através de sistemas computadorizados, neste caso gerando um plano de corte;
- b) risco: etapa onde se realiza a marcação de piques e furos para auxiliar no processo de corte e costura;
- c) enfesto: forma como o tecido é posicionado sobre a mesa, onde o material é estendido em camadas respeitando sempre o alinhamento e os limites do plano de corte;

- d) fixação do enfiesto: forma pela qual as camadas de tecido são fixadas na mesa de corte. No método automatizado é executado através de sucção por vácuo;
- e) corte: atividade pode ser realizada de diversas formas, como corte utilizando tesoura manual simples ou até mesmo com auxílio de equipamentos automatizados. Etapa do processo onde interfere diretamente na qualidade final produto;
- f) formação do lote montagem: é realizada a separação das peças antes da realização da costura;
- g) acabamento: é a verificação final da peça observando existência de pontos de linha excedente.

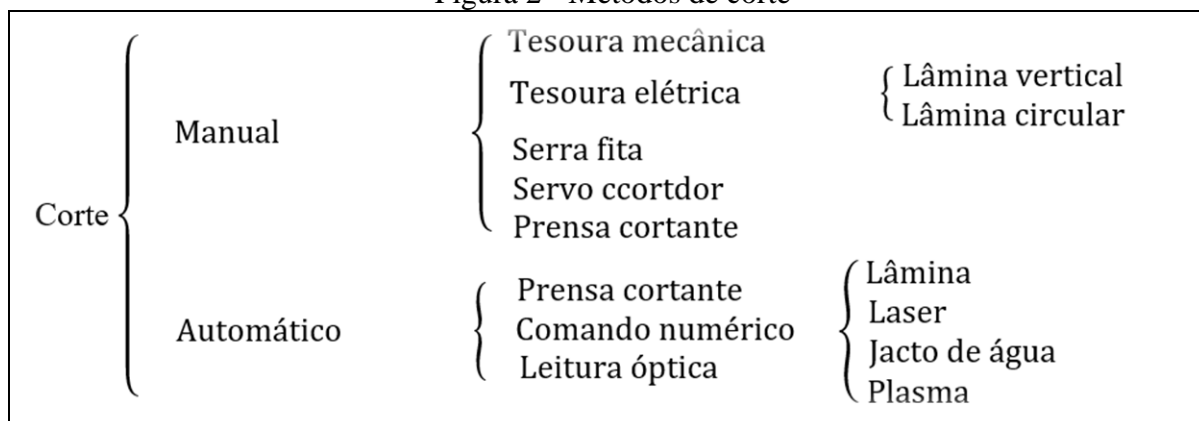
Na indústria de estofados o processo de corte é uma das principais etapas, sendo responsável direto pela transformação da matéria-prima e considerado de extrema importância, quando mal planejado ou executado pode colocar em risco todo o processo produtivo e causar sérios prejuízos às empresas.

2.2.1 Tipos de processo de corte tecido

Os vários métodos existentes para corte de tecidos na indústria dependem do grau de complexibilidade dos produtos à serem produzidos e o nível de investimento desejado, onde quanto maior for a tecnologia do corte empregada, o padrão de qualidade e produtividade serão mais relevantes.

Destacam-se na Figura 2 os vários métodos que podem ser utilizados para corte em tecidos:

Figura 2 - Métodos de corte



Fonte: Araújo (1996)

Araújo (1996) destaca que dentre os vários métodos de enfiesto e corte disponíveis, através de uma análise criteriosa se deve optar pelos mais apropriados, onde não somente sejam eficazes tecnicamente, mas também rentáveis economicamente.

Dentre os métodos de corte apresentados acima, o trabalho em questão abordou somente o corte automatizado utilizando comando numérico e auxílio de lâmina, por ser o método que foi utilizado para estudo da viabilidade técnica e econômica, não se faz necessário neste caso, a conceitualização das demais formas de corte.

2.2.1.1 Corte automatizado com lâmina

O corte automatizado de tecido segundo Araújo (1996), foi consolidado pela Gerber Garment Technology (GGT), que introduziu um sistema computadorizado possuindo mesa com vácuo e uma lâmina vertical que é controlada através de controle numérico computadorizado conhecida como Gerber Cutter.

O cortador move-se sobre sistema de eixos ortogonais, que atuam em ambos os sentidos. Seu corte é realizado com o auxílio de uma estreita lâmina ou faca de corte como é também conhecida conforme ilustrada na Figura 3, que realiza movimentos verticais podendo realizar o corte de até 9 cm de espessura.

Figura 3 - Faca de corte



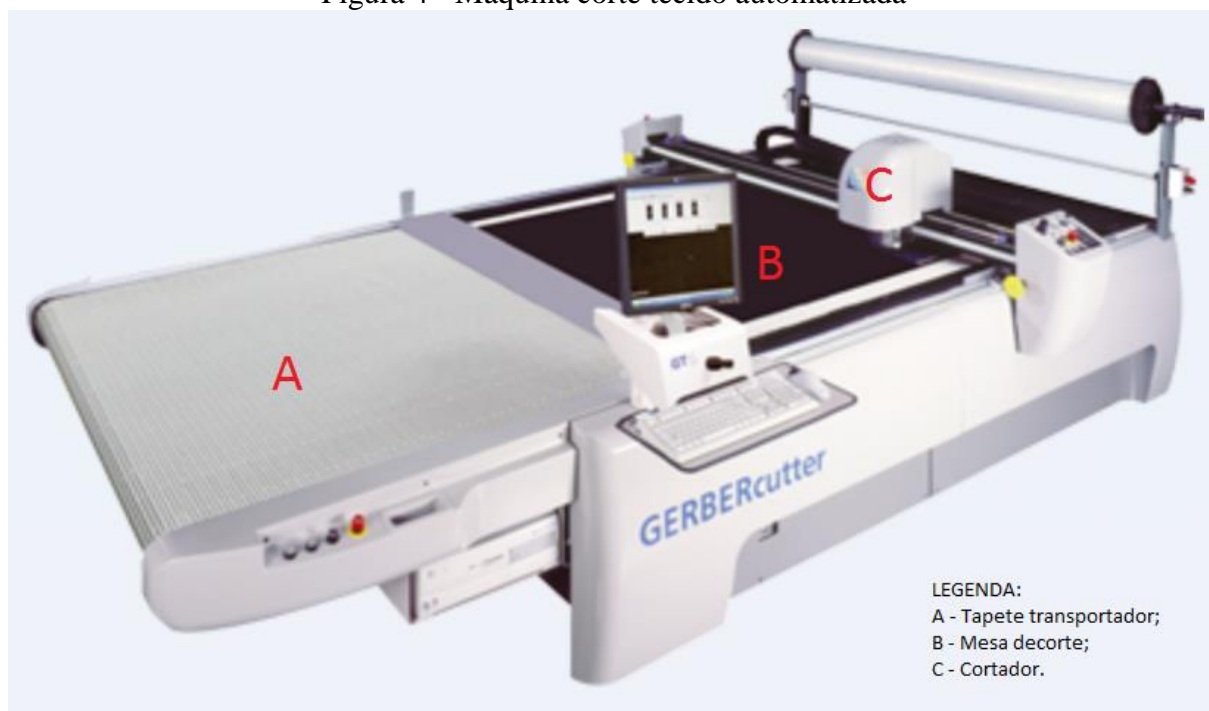
Fonte: Lectra (2017)

Araújo (1996) destaca que o sistema computadorizado permite autocorreção quanto ao posicionamento de perpendicularidade da lâmina em relação ao tecido. Além de efetuar automaticamente sua própria afiação durante o processo de corte conforme intervalos de tempo definidos pelo operador.

A mesa onde é realizada a disposição da matéria-prima possui sistema de almofada de ar que o mesmo é forçado através de pequenos orifícios facilitando o transporte do material até o tapete transportador localizado na mesa de corte. Posicionado na mesa de corte o tecido é

coberto na sua superfície por uma camada de plástico podendo assim ser aplicado vácuo para fixação durante o corte. A sucção realizada no tecido reduz sua altura total e mantém firme as diversas folhas durante o processo de corte.

Figura 4 - Máquina corte tecido automatizada



Fonte: GGTech (2017)

O sistema de corte automatizado com lâmina ilustrado na Figura 4, através de seu método de fixação do tecido durante o processo assegura elevada precisão no corte e com a união das mesas de enfiado e corte com auxílio de tapete transportador o equipamento se torna compacto e altamente eficiente. Segundo Lidório (2008) o processo de corte é uma das etapas importantíssimas, pois qualquer falta de atenção pode comprometer o produto e inutilizar todo trabalhos que antecedem o corte.

Araújo (1996) destaca que devido ao elevado custo deste equipamento, o mesmo deve ser utilizado por dois ou mais turnos por dia garantindo assim que seja amortizado de forma mais rápida.

2.3 PROCESSO DE SOLDA

Dentro das organizações a exigência é cada vez maior quanto ao lançamento de novos produtos, com isso existe grande mobilização por parte das áreas de desenvolvimento e

inovação quanto utilização de novas matérias e métodos de processo. Este movimento é baseado na melhoria de produtos em simultaneidade a redução de custos.

Os processos de solda hoje utilizados nas indústrias são vários, porém neste trabalho menciona-se somente o processo de solda por alta frequência, pois foi um dos processos que esteve em análise quanto a viabilidade da verticalização em questão.

2.3.1 Solda por alta frequência

O processo de soldagem por alta frequência high frequency welding (HFW), também conhecida como soldagem por rádio frequência ou soldagem dielétrica é realizada a fusão de materiais que possuem em sua composição termoplásticos, onde há aplicação de rádio frequência localizada que estimulam suas moléculas com objetivo de gerar calor rapidamente e assim promover a junção dos pontos de contato. Segundo Marques, Modenesi e Brancarense (2009) o calor gerado durante a realização do processo de solda é absorvido pelo material promovendo a fusão.

Para Okumura e Taniguchi (1982) um processo de solda ocorre quando são gerados dois importantes efeitos que são:

- a) Aquecimento: consegue-se o aquecimento através da utilização de um gerador de corrente de alta frequência onde se induz corrente em campo elétrico formado por duas extremidades metálicas, sendo uma delas fixa e outra móvel que promovem a oscilação das moléculas do material;
- b) Pressão: a extremidade móvel deve exercer pressão no material que está sendo soldado durante a etapa de aquecimento e resfriamento da peça. Pressão esta que durante o amolecimento do material pelo aquecimento forçará a fusão dos materiais durante o resfriamento.

Os equipamentos de solda por alta frequência não são máquinas de grande porte e apresentam um aspecto simples conforme ilustrado na Figura 5. E apesar de sua simplicidade pode trazer diversos ganhos para os processos como melhorias de eficiência e qualidade produzida.

Figura 5 - Máquina solda alta frequência



Fonte: Gutierrez (2017).

Tecnologia conhecida desde o início do século passado a soldagem por rádio frequência não possui um autor definido. Porém segundo (MARQUES; MODENESI; BRANCARENSE, 2009), foram adotadas formas de fusão por alta frequência durante a Segunda Guerra Mundial.

2.3.2 Requisitos da solda por alta frequência

O processo de soldagem por alta frequência a sua fusão não demanda a utilização de materiais de adição e nem protudos para proteção. Para Machado (1996) deve-se seguir rigorosamente etapas para que seja garantida a qualidade das peças durante o processamento.

Dentre seus requisitos pode-se citar os seguintes:

- a) pressão da ferramenta: quanto maior a pressão exercida na ferramenta mais rápido será o processo de solda;
- b) Curso da ferramenta: dependendo do material onde será realizada a junta deve-se impor um limitador deixando um afastamento controlado entre as peças;

- c) Profundidade do aperto: deve ser observada com grande atenção pois ocasiona deformação permanente na peça caso sua regulagem esteja exagerada;
- d) Potência de alta frequência: esta pode ser regulada dependendo do material que será realizada a junta. Pode interferir na qualidade da peça e no tempo de solda quando utilizadas potências baixas e é responsável pela quantidade de calor fornecida para a solda;
- e) Tempo de solda: tem relação com a potência de saída onde deve ser ajustado conforme o material e a potência utilizada. Tempos elevados ocasionam perda de eficiência e aquecimento desnecessário de ferramentas;
- f) Tempo de resfriamento: o tempo de resfriamento é importante para a qualidade final da peça e deve ser na maioria das vezes maior que o tempo de solda para que auxilie no resfriamento da peça e também da ferramenta;
- g) Temperatura da chapa base: a temperatura da base pode influenciar na qualidade do produto final e deve ser ajustada durante a operação, pois durante o dia as variações da temperatura ambiente atingem diretamente o sistema ocasionando variações.

Atendendo rigorosamente todos estes requisitos, mantendo os parâmetros ajustados e observando a qualidade dos materiais que receberão as juntas, tem-se grande potencial de sucesso na execução da solda (MARQUES; MODENESI; BRANCARENSE, 2009). Apesar de sua aplicação estar limitada para alguns materiais, ainda proporciona algumas vantagens em relação as demais que são:

- a) aquecimento instantâneo;
- b) baixo aquecimento ferramentas;
- c) soldagem limpa;
- d) velocidade na execução.

2.4 LAYOUT

Para Anton, Eidelwein e Diedrich (2012) o *layout* ou arranjo físico é a disposição de equipamentos em um determinado espaço, que busca o equilíbrio entre as movimentações, a produção e a ambientação. Sua utilização mais eficaz é na indústria, comércio e bancos, mas está presente em todos os lugares.

O arranjo físico deverá em primeiro lugar seguir alinhado com a estratégia competitiva da organização e sua alteração é sempre motivada por uma alteração na demanda de produtos

que afeta muitas vezes o fluxo da produção (CORRÊA E CORRÊA, 2006). O *layout* por sua vez, deve ser reavaliado quando ocorrem mudança na demanda de produtos e devido a elas afetarem o fluxo produtivo.

Moura (2008), define arranjo físico como forma de buscar o equilíbrio entre máquina, mão de obra e movimentações num determinado cenário com objetivo de diminuir as perdas no processo produtivo buscando mais eficiência nas operações.

2.4.1 Tipos de Layout

O arranjo físico de uma organização é baseado de acordo com a disponibilidade de recursos oferecidos para tal operação e pode variar conforme o processo de manufatura adotado, o tipo de produto e o volume de produção (CORRÊA E CORRÊA, 2006). Podem ser classificados basicamente em quatro tipos de arranjos físicos principais que são: a) posicional ou fixo; b) funcional ou por processo; c) celular; e d) linear ou por produto.

Dentre os vários tipos de *layout* apresentados o Quadro 2 traz um comparativo entre as vantagens e desvantagens de cada modelo de arranjo físico facilitando a identificação do melhor *layout* a ser adotado.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos *layouts* básicos

Arranjo	Vantagens	Desvantagens
Posicional	<ul style="list-style-type: none"> - alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto; - variedade alta de tarefas de mão de obra; - produto ou cliente não perturbado. 	<ul style="list-style-type: none"> - elevado custo unitário; - programação de atividade ou espaço pode ser complexa; - pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.
Processo	<ul style="list-style-type: none"> - alta flexibilidade de <i>mix</i> e produto; - instalações e equipamentos facilmente supervisionados; - facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções. 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa utilização de recursos, maior ociosidade; - maior estoque em processo; - menor velocidade de movimentação.
Celular	<ul style="list-style-type: none"> - grupo incentiva motivação; - equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade; - rápido atravessamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - possível dificuldade de adaptação dos operadores pela alta variedade de atividades; - alto custo para reconfigurar o arranjo; - reduz níveis de utilização de recursos.
Produto	<ul style="list-style-type: none"> - baixos custos unitários em altos volumes; - movimentação adequada de materiais e clientes. - estoque baixo de produtos em processamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa flexibilidade de <i>mix</i>; - trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores; - alta dependência entre as atividades.

Fonte: Baseado em Slack, Chambers e Johnston, (2002)

Para obter a escolha correta entre os tipos de *layout* é indispensável conhecer o produto e os recursos necessários para processo, potencializando a redução de perdas decorrentes de movimentações e estoques intermediários (CORRÊA E CORRÊA, 2006). Lembrando também que existem mais tipos de arranjos físicos, porém todos os demais são baseados nos conceitos dos quatro arranjos citados.

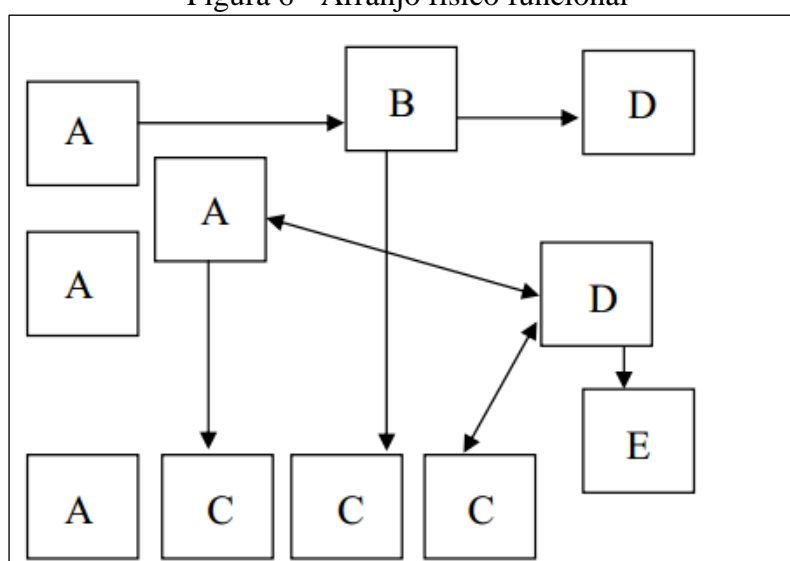
Em virtude do produto que foi base de estudo para este trabalho trata-se somente de dois *layouts* específicos que são o arranjo físico por processo e o arranjo físico linear.

2.4.1.1 *Layout funcional*

O layout funcional é também conhecido como *layout* por processo e tem o objetivo de agrupar os recursos que são similares. Esta disposição de equipamentos e máquinas faz com que o produto a ser processado se desloque para os grupos de equipamentos conforme necessidade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Desta forma os produtos fluem pelas operações conforme os processos definidos nos roteiros.

Para Corrêa e Corrêa (2006) o *layout* por processo gera alguns conflitos de fluxo devido sua liberdade e flexibilidade. Em contrapartida proporciona para empresa capacidade de produzir uma variedade maior de produtos, atendendo as necessidades específicas de seus clientes. Na Figura 6 o arranjo físico funcional indica cada letra um posto de trabalho com atividades similares e as setas retratam o fluxo de um determinado produto, ou seja, o produto se desloca para os postos de trabalho conforme necessidade.

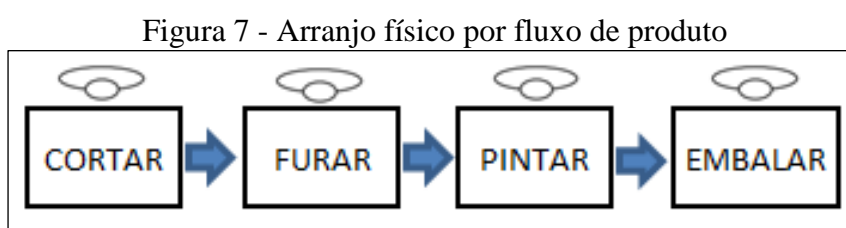
Figura 6 - Arranjo físico funcional



Fonte: Costa, (2004)

2.4.1.2 Layout linear

O *layout* linear é conhecido também por *layout* em linha ou de fluxo de produto possuindo características de seguir os recursos produtivos onde cada produto possui sua sequência de atividades bem definidas em um roteiro tornando a manufatura dos produtos clara e previsível (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Este *layout* de produto conforme Figura 7 é indicado para atividades onde se tenha um produto padrão aliado ao alto volume de produção, proporcionando redução no tempo de ciclo e custo produtivo.



Fonte: Baseado de Black (1998)

Para Corrêa e Corrêa (2006) o *layout* por produto somente é viabilizado quando adotado em operações que possuem sequência de produção similar e grandes volumes de produção.

Segundo Slack, Chambers e Johnston, (2002) a decisão sobre qual tipos de arranjo físico utilizar é relacionada com a compreensão correta das vantagens e desvantagens de cada arranjo levando em conta também o tipo de operação e a estratégia da organização.

2.5 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Em busca de novas tecnologias de processo de produção as empresas sempre almejam a aquisição de novas máquinas e equipamentos para melhoria de seus processos. Com tudo, deve-se sempre realizar a análise do tal investimento abordando os principais assuntos que são: a) Taxa Mínima de Atratividade (TMA); b) Taxa Interna de Retorno (TIR); c) Valor Presente Líquido (VPL); d) *payback*; e, e) fluxo de caixa.

Para Souza (2003) a verificação dos assuntos relacionados a análise de investimento abordado anteriormente é de fundamental importância para que ocorra sucesso em seus novos investimentos, pois auxilia na tomada de decisão alertando possíveis riscos não visualizados em primeiro momento.

2.5.1 Taxa Mínima de atratividade (TMA)

Casarotto Filho e Kopittke (2010) expõem a dificuldade da determinação da TMA para empresas, que dependem da importância estratégica dos projetos, podendo ser separadas em três grupos:

a) investimentos de curtíssimo prazo: nesta pode ser utilizada como TMA a taxa de remuneração de títulos bancários de curto prazo como os CDBs;

b) investimentos de médio prazo (até seis meses): neste grupo pode-se considerar como TMA a média ponderada dos rendimentos das contas do capital de giro, como por exemplo, aplicações de caixa, valorização dos estoques ou taxa de juros embutidas em vendas a prazo;

c) investimentos de longo prazo: neste tipo de investimento a TMA passa a ser uma meta estratégica.

A TMA é utilizada como uma taxa básica de juros pelos métodos de decisão econômica para comparar e definir alternativas. Esta taxa representa a mínima rentabilidade pretendida em novos projetos de uma empresa e é determinada em função das alternativas de emprego extensivo dos capitais da empresa (MANNARINO, 1991).

2.5.2 Taxa Interna de retorno (TIR)

Samanez (2007) define que o método da TIR não tem como finalidade avaliar a rentabilidade absoluta do projeto como apresenta o método VPL, onde seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento, ou seja, a TIR é a taxa de retorno do investimento. Em outras palavras, a TIR é o i^* que satisfaz a equação conforme Figura 8, e desta forma pode anular o VPL. Em comparação com VPL para uma tomada de decisão quando o $i^* > K$ o projeto se torna economicamente viável, sendo $K = TMA$.

Figura 8 - Fórmula cálculo TIR

$$\text{VPL} = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i^*)^t} = 0$$

(01)

Fonte: Baseado em Samanez (2007)

FC: representa o fluxo de caixa no t-ésimo período;

I: investimento inicial;

i^* : taxa interna de retorno TIR;

t: período;

Σ : somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados no período inicial.

Casarotto Filho e Kopittke (2010) ressaltam que a simples comparação entre a TIR de dois projetos não permite afirmar que um investimento é preferível a outro. Para a realização desta comparação é necessária à utilização de artifício matemático que consiste em supor que um dos projetos é formado por duas partes, onde a primeira parte corresponde ao valor idêntico do outro projeto e a outra parte corresponde ao valor remanescente. Assim, quando ambas as partes serem mais rentáveis do que a TMA, então ambos devem ser realizados.

2.5.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme Casaroto Filho e kopittke (2010), o Valor Presente Líquido é um método simples e deve-se calcular o Valor Presente dos demais termos para soma-los ao investimento inicial de cada projeto. Onde a taxa para descontar o Fluxo e trazer par o Valor Presente é TMA. Para a tomada de decisão de qual o melhor projeto deve-se optar pela opção que resultar maior Valor Presente Líquido. Normalmente o método de VPL é utilizado para realizar análise de investimento de um determinado projeto, onde tenha baixo número de períodos.

Para Buarque (1991), o valor presente líquido que é também conhecido como Valor Atual Líquido (VAL) consiste em representar em valores atuais o total dos recursos que permanecem na posse da empresa até final de sua vida útil. Indica o valor final de todas as entradas e saídas do projeto levando em conta o custo do tempo sobre o valor investido. Sempre que o VAL ou VPL apresentar um valor superior a zero o projeto apresenta mérito positivo e em situação onde ocorra a comparação entre dois projetos, o melhor, em princípio é aquele que apresenta maior VAL.

Segundo Samanez (2007) o Valor Presente Líquido tem a finalidade de calcular, em termos de valor presente o impacto dos valores futuros associados a uma alternativa de investimento, onde mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil. Esse critério leva a melhor escolha e maximiza os valores para as empresas.

O objetivo do VPL é encontrar alternativas de investimento que valham mais para os patrocinadores do que custam. Seu cálculo reflete as preferências entre o consumo presente e o consumo futuro e a incerteza associada ao fluxo de caixa futuro. Neste processo de desconto o fluxo de caixa futuro é convertido em valores presentes, pois os fluxos só devem ser

comparados quando foram convertidos em valores de mesma época. A regra decisória a ser seguida ao aplicar o VPL é: se o $VPL > 0$ o projeto é economicamente viável.

A seguinte expressão na Figura 9 define o VPL:

Figura 9 - Fórmula cálculo VPL

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

(02)

Fonte: Baseado em Samanez (2007)

F_t : representa o fluxo de caixa no t-ésimo período;

I: investimento inicial;

K: custo de capital;

t: período;

\sum : somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados no período inicial.

2.5.4 *Payback*

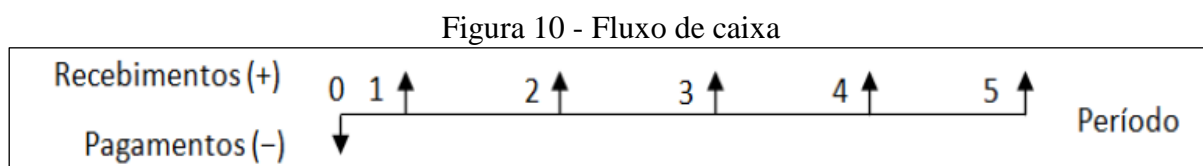
Conforme Casaroto Filho e kopittke (2010), o *payback*, ou tempo de recuperação de capital descontado, mede o tempo necessário para que o somatório das parcelas descontadas seja, no mínimo, igual ao investimento inicial. Também pode-se dizer, que o *payback*, é o tempo que o capital gerado por uma nova aquisição recupera o investimento utilizado para a compra do mesmo.

O *payback* demonstra o período de retorno de um investimento para seu investidor, onde é bastante utilizado para análise de projetos mensurando seu risco (SOUZA, 2003). Para as organizações um *payback* alto não é interessante, pois compromete por este período o fluxo de caixa.

2.5.5 *Fluxo de caixa*

Os fluxos de caixa são as entradas e saídas de caixa, que com base nele se determinam as necessidades de caixa em curto prazo. Quando existem sobras de caixa, o valor excedente deve ser aplicado através de operações financeiras de curto prazo, mas se faltar recursos no

caixa, deve-se buscar equilibrar com antecedência através de empréstimos (SOUZA, 2003). Na Figura 10 pode-se verificar que as linhas verticais representam as entradas e saídas de valores e a linha horizontal os períodos.



Fonte: Souza (2003)

Para Casaroto Filho e kopittke (2010), as empresas que mantem seu fluxo de caixa estável através do equilíbrio das entradas e saídas podendo investir com as sobras no seu negócio com mais tranquilidade, porém sempre analisando o prazo de *payback* de cada projeto, onde conforme Souza (2003) os investimentos) comprometem diretamente o fluxo de caixa por determinado período.

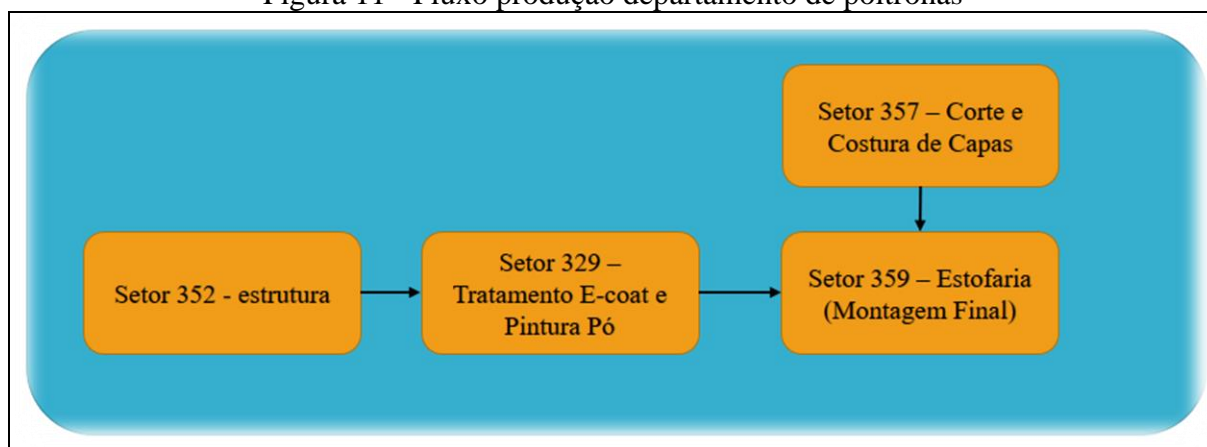
3 PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo é apresentado informações sobre o cenário atual do departamento de corte e costura da empresa Marcopolo por estar diretamente relacionado com nosso objeto de estudo do trabalho, além de expor as etapas seguidas durante o estudo de viabilidade técnica e econômica de verticalização do processo de corte e solda.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A fábrica de poltronas da empresa Marcopolo, conforme Figura 11, é composta por quatro setores, onde inicia a fabricação das estruturas no setor 352, passando após pela área de tratamento superficial (E-coat e pintura pó), no setor 329 e departamento de corte e costura (357), onde são confeccionadas as capas para revestimento das mesmas. E por fim as poltronas são finalizadas no setor de estofaria 359, onde possui linhas de montagens conforme os modelos de poltronas. O principal destino destas poltronas é a linha de produção da mesma unidade, mas também são fornecidas para outras unidades da Marcopolo no Brasil e exterior.

Figura 11 - Fluxo produção departamento de poltronas



Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

O estudo abordou os processos desenvolvidos no departamento 357 que é a área da empresa responsável pelas atividades de corte e costura, composto atualmente por 104 funcionários distribuídos em dois turnos. O trabalho analisou os processos de corte e solda alta frequência somente de uma das matérias-primas utilizadas para o revestimento das poltronas, que é o tecido de Neoprene, onde é composto por três camadas sendo elas:

- a) a camada central: à base de borracha com espessura média de 2 mm proporcionando elasticidade e impermeabilidade ao material;

- b) a camada inferior: é composta por malha de poliéster;
- c) a camada superior: composta por tecido aveludado proporcionando conforto e melhorando o aspecto visual.

Atualmente em média a empresa produz poltronas para seis ônibus por dia que demandam este tipo de revestimento, necessitando em média 367 peças distintas de Neoprene diariamente. Seu consumo mensal supera as 7.700 unidades e o anual ultrapassa as 90 mil peças. Lembrando que nem todos os conjuntos de poltrona utilizam somente uma peça por poltrona, por exemplo a poltrona semi leito utiliza Neoprene somente na cabeceira, e nas poltronas modelo Leito utilizam três peças distintas de Neoprene que são cabeceira, lombar e assento.

A empresa disponibiliza este material em três opções de cores de veludo para seus clientes optarem que são marron, cinza e azul conforme Figura 12. O Neoprene não é utilizado em 100% do revestimento das poltronas, por se tratar de um material mais nobre e ter custo mais elevado que os demais. Em outras palavras, pode-se dizer que representa em média 35% de todo o revestimento utilizado para confecção da capa em m² e o custo do Neoprene impacta em 70% do custo de tecido utilizado em cada capa. Motivos estes, que hoje este material é utilizado em alguns modelos de poltrona específicos, conforme demanda do cliente.

Figura 12 - Peças em Neoprene

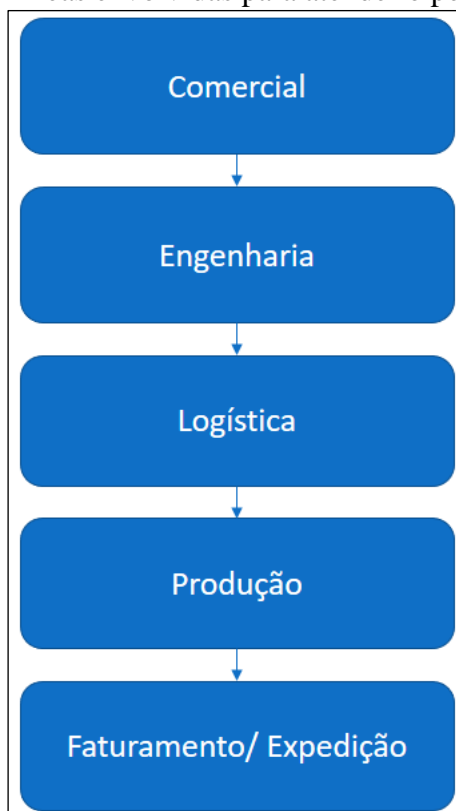


Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

A área de corte e costura atualmente realiza suas atividades conforme ordens de produção que são geradas semanalmente, possuindo uma produção puxada e seu fluxo entre as áreas da empresa pode ser melhor compreendido conforme Figura 13. Estas ordens são rodadas todas as terças feiras e distribuídas para todas as áreas da empresa que operam por este meio. Nesta ordem consta informações como: a) quantidade; b) modelo poltrona; c) revestimento; d)

cliente; e) prazo de entrega f) opcionais. Todas estas informações são obtidas durante a negociação executada pelo departamento comercial junto com o cliente.

Figura 13 - Áreas envolvidas para atender o pedido cliente



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Com base nestas informações, o setor de corte e costura através de sua equipe de programadores define o melhor sequenciamento de produção, planejando assim, a produção da semana. Nesta etapa é realizada também a solicitação dos materiais necessários para a produção, junto ao centro logístico que é responsável pelo recebimento e gestão dos materiais da empresa. Devido ao *lead time* de entrega dos fornecedores, que hoje está fixado em 30 dias obriga o centro logístico operar com nível de estoque maior em alguns itens mais críticos.

A empresa possui hoje 37 códigos distintos de peças de Neoprene, onde cada item é analisado individualmente para definição do estoque de segurança necessitando trabalho diferenciado e preciso para equipe de planejamento logístico. Na Figura 14 mostra a relação de códigos com os respectivos consumos médios mensais e também retrata os estoques de segurança de cada código que é fundamental para que não ocorra a parada de produção devido ao não fornecimento de material. Por exemplo, no código C o consumo mensal foi de 508 unidades, mas o estoque que a empresa opera é de 1525 unidades considerado ideal para esta situação, mas não atende os princípios do *Lean Manufacturing*.

Figura 14 - Consumo material

Códigos	Consumo /Mês (unidade)	Estoque (unidade)
A	1659	4976
B	1488	4463
C	508	1525
D	404	1213
E	342	1025
F	338	1013
G	356	1068
H	283	850
I	283	850
J	340	1019
K	258	775
L	283	850
M	258	774
N	138	413
O	117	350
P	100	300
Q	100	300
R	67	200
S	63	188
T	54	163
U	50	150
V	50	150
X	46	138
Z	46	138
AA	38	113
AB	17	100
AC	13	100
AD	4	100
AE	4	100
AF	4	100
AG	4	100
AH	4	100
AI	4	100
AJ	4	100
AK	4	100
AL	4	100
AM	0	100
	7.737	23.211

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

O estoque normalmente equivale à três vezes a quantidade necessária por mês, exceto as peças que possuem pouca utilização, que devido regras de lote mínimo para fornecimento são adquiridos por ordem de compra no mínimo 100 unidades, ou seja, uma caixa fechada. Se faz necessário devido ao índice de peças que sofrem danos durante o transporte e o armazenamento no fornecedor, onde são devolvidas para o mesmo. As principais não conformidades são peças com tonalidade diferente e com imperfeições na última camada de veludo, causando mal aspecto visual e impossibilitando de serem utilizadas. Esta forma de planejamento torna o inventário trabalhoso devido ao número de peças à serem contadas, e o pior deles é destinação recursos financeiros da empresa para estoque de matéria-prima.

Os revestimentos adquiridos são fornecidos já no formato final da peça conforme desenho de engenharia definido em projeto. São fornecidos plastificados e acondicionados em caixas de papelão em lotes mínimos de 100 peças conforme Figura 15. Devendo ser armazenadas em local seco e não possibilitando o empilhamento de mais de três caixas devido a facilidade de danificar as peças.

Figura 15 - Forma fornecimento



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

As peças fornecidas ao chegarem no setor 357 são armazenadas em um almoxarifado intermediário onde aguardam as demandas das ordens de produção para serem utilizadas. Surgindo a necessidade de algum código é destinado um colaborador para realizar a separação dos itens e também repassar peça por peça para verificar se existe alguma imperfeição que impossibilite de enviá-la para a linha de produção. Nesta atividade são identificados os defeitos ocasionados durante o transporte e também durante o armazenamento. Em muitos casos como verifica-se na Figura 16 são danificadas algumas peças internamente na empresa devido forma de empilhamento e manuseio das caixas, isso proporciona prejuízo, pois neste caso não se aplica o direito de garantia junto ao fornecedor.

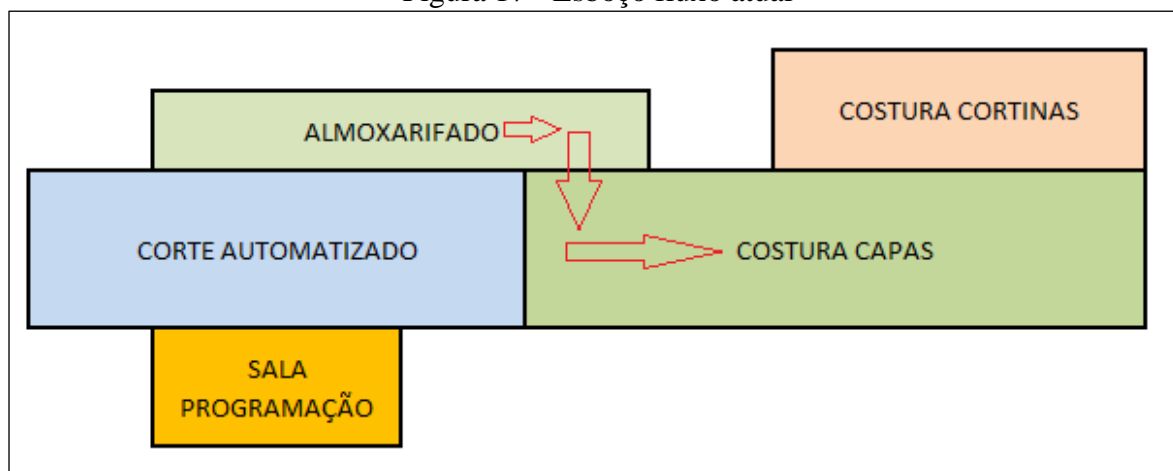
Figura 16 - Armazenamento de caixas



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Após realizada a separação e conferência das peças as mesmas são destinadas a linha de montagem, onde através do processo de costura, as peças são unidas com as demais formando a capa para revestimento das poltronas. Este fluxo pode ser compreendido com o apoio do esboço conforme Figura 17, onde se destaca o local de cada atividade. O layout utilizado para este processo de costura é de arranjo físico em linha, pois possui uma sequência de atividades definidas e alto volume de produção.

Figura 17 - Esboço fluxo atual



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

3.2 ETAPAS DA PROPOSTA DE TRABALHO

Na proposta de trabalho foram descritas as etapas que foram necessárias para atender os objetivos específicos elencados no Capítulo 1. Para esta seção foi necessário seguir um fluxo de atividade conforme Figura 18 que auxiliou na interpretação dos resultados e facilitou a tomada de decisão referente a verticalização do processo produtivo.

Figura 18 - Etapas do trabalho

ETAPA	ATIVIDADE	FASE PESQUISA-AÇÃO
1ª	Identificar os consumos de peças produzidas em Neoprene	Coleta de dados
2ª	Identificar os custos relacionados aquisição atual	Coleta de dados
3ª	Analisar viabilidade técnica para corte e solda	Execução
4ª	Avaliar a aquisição de equipamentos para adequação processo	Execução
5ª	Definir layout e fluxos de processo	Execução
6ª	Analisar viabilidade econômica para verticalização do processo	Avaliação de resultados

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Dentre as atividades relacionadas serão subdivididas nas etapas do método de pesquisa-ação, onde a primeira e segunda atividade referem-se a etapa de coleta de dados, já terceira, quarta e quinta atividade retratarão a etapa de execução e finalizando a sexta atividade condiz com a etapa de avaliação de resultados.

Para a realização destas etapas o setor 357 será a área com maior impacto pois caso seja viável a integração vertical das peças produzidas em Neoprene será o setor responsável pelo processamento das mesmas. Porém para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário o envolvimento das diversas áreas da empresa, entre elas:

- a) Engenharia de Processos: que desempenha papel fundamental buscando sempre inovação e tecnologia atrelada a redução de custo e perdas;
- b) Manutenção: que atua dando suporte em possíveis alterações de *layout* e adequação de máquinas;
- c) Logística: onde realiza as movimentações de materiais e o controle de estoque;
- d) Qualidade: que está sempre presente em todas as áreas da empresa assegurando o padrão exigido pelo cliente;
- e) Produção: responsável pela manufatura das peças;
- f) Laboratório: verificando constantemente as especificações dos materiais;

g) Compras: onde realiza a negociação junto aos fornecedores.

3.2.1 Primeira etapa - Identificar os consumos de peças produzidas em Neoprene

O objetivo desta etapa é relacionar o consumo de cada um dos 37 códigos nos doze meses do ano de 2016, podendo identificar desta forma quais os itens que tem maior consumo e impactam mais na produção. Estes dados podem ser obtidos através dos históricos de consumo de cada código que podem ser consultados pelo sistema operacional utilizado pela empresa que é o *software* SAP. Essas informações facilitarão nas etapas seguintes a análise de recursos e o estudo de capacidade de cada equipamento para validação da verticalização. Tais dados auxiliarão na definição do fluxo de produção e espaços físicos necessários para armazenamento. Outro fator que pode ser levado em conta é que dependendo do item a ser produzido, ele deverá possuir um plano de corte específico observando o melhor aproveitamento de matéria-prima e reduzindo assim sobras de processo.

3.2.2 Segunda etapa - Identificar os custos relacionados aquisição atual

Com base nas informações da primeira etapa nesta seção busca-se os custos de aquisição de cada item e todas as demais despesas que incidem nas peças até sua utilização no produto como, por exemplo, frete. Também constará informações referente ao estoque destes produtos armazenados.

3.2.3 Terceira etapa - Analisar viabilidade técnica para corte e solda

Na terceira etapa será realizada coleta de informações referente as especificações dos equipamentos disponíveis na empresa que serão utilizados para possível verticalização. Como no processo proposto não mais será adquirido os 37 itens separadamente e sim, serão adquiridas placas de tecido denominadas como blanks, e posteriormente realizado os processos de corte e solda do tecido Neoprene conforme demanda. Deverá ser observado nesta etapa a forma como a matéria-prima chegará até na empresa, como ela será armazenada, de que forma ocorrerá as movimentações, qual será o tamanho das placas, qual a embalagem ideal para fornecimento desta matéria-prima.

Para o processo de corte se torna importante verificar se o material Neoprene pode ser cortado com o auxílio de máquina automatizada, pois hoje a empresa já disponibiliza de um

equipamento cortador de tecido marca Lectra que realiza o corte nos demais tecidos. Os pontos que devem ser observados são acabamento no corte, velocidade do corte, número de camadas que podem ser cortadas simultaneamente proporcionando maior eficiência, verificar largura da máquina para definição da largura da placa, verificar se o equipamento possui capacidade para absorver mais esta atividade.

Já no processo de solda por alta frequência a empresa já dispõe de um equipamento da marca Sultronic do Brasil e nesta etapa deverá ser testado a capacidade do tecido ao receber a solda garantindo a permanência ou não da solda. Também se faz importante a definição de parâmetro para o tempo de solda e o tempo de resfriamento, garantindo o padrão de qualidade do logo a ser aplicado.

3.2.4 Quarta etapa - Avaliar aquisição de equipamentos para adequação do processo

Nesta etapa será avaliado o fluxo do matéria-prima desde a sua chegada na empresa através do centro logístico até a liberação das peças para o processo seguinte que é a costura das mesmas. Serão avaliados melhorias e possíveis adequações em todos os recursos que serão utilizados para tal verticalização, sempre com o objetivo de facilitar a realização das atividades, melhorando o fluxo dos materiais e reduzir tempo produtivo. Nesta seção será avaliada formas de movimentação das placas por se tratar de uma atividade nunca realizada na empresa com este material. Contempla a avaliação da necessidade de prateleiras para armazenamento de matéria-prima, meios para movimentação no setor 357 e local adequado para armazenamento de peças prontas e as alterações nos equipamentos envolvidos caso seja necessário.

3.2.5 Quinta etapa - Definir layout e fluxos de processo

Com os volumes de produção estimados através das informações da primeira etapa, os custos dos processos elencados na segunda etapa e os testes e adequações verificados na terceira e quarta etapa pode-se avaliar de forma mais assertiva o melhor *layout* e fluxo de produção das peças. Conforme verificado no referencial teórico o *layout* será definido com base no volume de produção e a variedade de produtos processados.

3.2.6 Sexta etapa - Analisar viabilidade econômica para verticalização do processo

Nesta sexta etapa será comparada os custos de aquisição das peças diretamente de fornecedores como é atualmente realizado versus o custo de produção através de processamento dos materiais internamente. O custo do processo proposto será calculado utilizando os mesmos dados de consumo do ano de 2016 e será realizado através do método de análise de investimentos utilizado pela empresa, onde nele são informados dados do processo atual e do processo proposto de um período de 12 meses, os investimentos necessários conformes dados obtidos na etapa três, quatro e cinco. Esta análise resulta em valores de *payback*, TIR e VPL possibilitando a tomada de decisão.

Todas estas etapas são realizadas e analisadas na disciplina de estágio em Engenharia de Produção II, cursada no segundo semestre de 2017 e apresentadas no capítulo 4 deste trabalho.

4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo são apresentados os meios pelos quais foram utilizados para busca de dados e informações, também foram citados os resultados encontrados no desenvolvimento de cada etapa da proposta apresentada no capítulo 3, chegando desta forma a uma conclusão sobre a viabilidade técnica e econômica para verticalização do processo de corte e solda.

4.1 PRIMEIRA ETAPA - IDENTIFICAR OS CONSUMOS DE PEÇAS PRODUZIDAS EM NEOPRENE

Nesta primeira etapa foi buscado histórico de consumo de peças utilizadas do material Neoprene durante o período definido entre as datas de 01/01/2016 à 31/12/2016. A consulta abrange todas as variações de geometria e cores das peças que utilizaram como matéria-prima Neoprene, totalizando um montante de 37 códigos distintos. Analisou-se um período de doze meses para o consumo, pois devidos à empresa possuir uma produção puxada onde o cliente pode escolher todos os revestimentos que são utilizados em seus produtos pode ocorrer períodos com maior aceitação de um determinado material de acordo com item adquirido. Sendo assim, essa sazonalidade pôde ser identificada e diluída durante os meses de estudo.

Figura 19 - Peças de Neoprene mais consumidas



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Os dados de consumo foram retirados do *software* que a empresa utiliza para controle de todas as unidades que é o SAP, podendo assim através dele buscar históricos de consumo do período desejado. Através deste foram identificadas as principais peças de Neoprene que são utilizadas conforme ilustrado na Figura 19 que são cabeceiras nas cores azul e chumbo, onde

tiveram um consumo expressivo em relação as demais representando em unidades 40% do total de peças.

Figura 20 - Relação consumo de peças

RELATÓRIO CONSUMO 2016		
Código	Descrição	Consumo Total(Un)
A	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	19.902
B	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	17.850
C	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	6.100
D	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	4.850
E	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	800
F	NEOPRENE POL. SL 1060/1090 CABEC. VOLARE	150
G	NEOPRENE POLTRONA 1000 CABECEIRA VOLARE	50
H	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50
I	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50
J	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.100
K	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.050
L	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.272
M	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
N	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
O	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.074
P	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.100
Q	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
R	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.094
S	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LE	1.650
T	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LD	1.400
U	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LD	1.200
V	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LE	1.200
X	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LD	750
Z	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LE	650
AA	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	600
AB	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	600
AC	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	550
AD	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	550
AE	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	450
AF	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50
AG	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	50
AH	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	50
AI	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50
AJ	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	50
AK	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	50
AL	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	50
CONSUMO TOTAL ANO 2016		92.642

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Verificado que um dos 37 códigos indicados no capítulo 3 não possuiu consumo durante esse período o mesmo foi desconsiderado, sendo então, levantado os consumos de 36 códigos conforme Figura 20, totalizando 92.642 unidades. Na proposta atual todos são adquiridos de terceiros necessitando controle do centro logístico para planejamento da aquisição de cada código lembrando que o *lead time* de entrega do fornecedor é de 30 dias após efetivação do pedido, fazendo com que a empresa opere com estoque de segurança que corresponde no máximo a duas vezes o consumo médio do mês e um mínimo de 100 peças que é menor volume embalado fornecido. Além disso, exige-se um espaço destinado para armazenamento dos estoques no centro logístico e também no almoxarifado intermediário no setor 357 onde se realiza a costura destas peças. Em ambos os locais não é aconselhado o empilhamento de mais de três caixas para evitar danificar as peças.

As peças adquiridas no processo atual são produzidas parcialmente pelo fornecedor Neoprene do Brasil localizado no estado de Santa Catarina, onde são recortadas no formato solicitado com o auxílio de balancim hidráulico ilustrado na Figura 21, e após é subcontratada a etapa de solda por alta frequência em outro fornecedor localizado no estado do Rio Grande do Sul na cidade de São Leopoldo, encarecendo o produto devido as movimentações entre os processamentos.

Figura 21 - Corte de peças por balancim hidráulico



Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

4.2 SEGUNDA ETAPA - IDENTIFICAR OS CUSTOS RELACIONADOS AQUISIÇÃO ATUAL

Para a obtenção dos custos de aquisição dos componentes de Neoprene adquiridos pela empresa foram coletados dados disponíveis no sistema SAP, desta forma pode ser levantado os custos da aquisição individualmente de cada código conforme ilustrado na Figura 22. Estes custos são relativos ao ano de 2016 e em relação a este período se mantiveram estáveis durante todos os meses analisados.

Figura 22 - Relatório de Consumo x Custo

RELATÓRIO CONSUMO X CUSTO 2016				
Código	Descrição	Consumo Total	Un	Custo Total
A	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	19.902	R\$ 20,48	R\$ 407.592,96
B	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	17.850	R\$ 20,48	R\$ 365.568,00
C	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	6.100	R\$ 20,48	R\$ 124.928,00
D	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	4.850	R\$ 20,48	R\$ 99.328,00
E	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	800	R\$ 19,50	R\$ 15.600,00
F	NEOPRENE POL. SL 1060/1090 CABEC. VOLARE	150	R\$ 15,00	R\$ 2.250,00
G	NEOPRENE POLTRONA 1000 CABECEIRA VOLARE	50	R\$ 13,80	R\$ 690,00
H	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50	R\$ 13,80	R\$ 690,00
I	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50	R\$ 13,88	R\$ 694,00
J	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.100	R\$ 18,90	R\$ 77.490,00
K	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.050	R\$ 18,90	R\$ 76.545,00
L	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.272	R\$ 15,75	R\$ 67.284,00
M	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400	R\$ 18,90	R\$ 64.260,00
N	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400	R\$ 15,75	R\$ 53.550,00
O	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.074	R\$ 12,60	R\$ 51.332,40
P	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.100	R\$ 15,75	R\$ 48.825,00
Q	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400	R\$ 12,60	R\$ 42.840,00
R	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.094	R\$ 12,60	R\$ 38.984,40
S	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LE	1.650	R\$ 15,75	R\$ 25.987,50
T	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LD	1.400	R\$ 15,75	R\$ 22.050,00
U	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LD	1.200	R\$ 15,75	R\$ 18.900,00
V	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LE	1.200	R\$ 15,75	R\$ 18.900,00
X	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LD	750	R\$ 15,75	R\$ 11.812,50
Z	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LE	650	R\$ 15,75	R\$ 10.237,50
AA	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	600	R\$ 12,82	R\$ 7.692,00
AB	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	600	R\$ 12,82	R\$ 7.692,00
AC	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	550	R\$ 12,82	R\$ 7.051,00
AD	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	550	R\$ 12,82	R\$ 7.051,00
AE	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	450	R\$ 12,82	R\$ 5.769,00
AF	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50	R\$ 12,82	R\$ 641,00
AG	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
AH	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
AI	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
AJ	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
AK	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
AL	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	50	R\$ 12,21	R\$ 610,50
CUSTO ACUMULADO ANO 2016:				R\$ 1.685.898,26

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Dentro dos custos citados estão incorporados os custos relativos aos impostos que incidem nestes produtos durante a operação de compra deste material sendo assim todos os demais custos que serão utilizados na sexta etapa estarão com os impostos embutidos para efetiva comparação de valores. Nesse sentido, o custo total acumulado na aquisição desta matéria-prima foi na ordem de 1,6 milhão de reais.

No processo atual também foram levantados os custos de frete destes produtos onde agregam mais valor ao custo efetivo de aquisição dos itens. Estes materiais são transportados até a empresa através de transporte rodoviário possuindo um custo de 2% sobre o valor da nota fiscal.

4.3 TERCEIRA ETAPA - ANALISAR VIABILIDADE TÉCNICA PARA CORTE E SOLDA

Para a execução dos testes de viabilidade técnica dos processos foi necessário o envolvimento das demais áreas da empresa, onde os funcionários responsáveis pela área de compras entraram em contato com os possíveis fornecedores para realizar as aquisições destes materiais. A área de logística se envolveu para discutir formas de fornecimento e armazenamento do material e a área de produção auxiliou nas atividades operacionais como manuseio e operação de máquinas. Outro setor envolvido foi o Laboratório de Qualidade executando a verificação das amostras fornecidas e validações após as peças prontas. Também a Engenharia de Manufatura e Processos se envolveu em atividades de especificações de equipamentos e realização de cronoanálise das atividades executadas.

No primeiro momento foram adquiridas 30 blanks de Neoprene medindo 1300 mm de largura por 3300 mm de comprimento, divididos igualmente nas três cores marrom, azul e chumbo. Das 10 peças de cada cor adquiridas, foram testadas duas formas de fornecimento, onde na primeira os blanks foram enrolados e embalados formando uma bonina, sendo semelhante aos demais tecidos adquiridos pela empresa. Neste formato foi necessário a inclusão de mais uma camada de tecido protetivo na parte externa para evitar danos físicos, além do fechamento plástico e caixa de papelão conforme ilustrado na Figura 23. Outro cuidado que se levou em consideração foi o cone aonde é enrolado o tecido que deve ser resistente ao bastante para estruturar todo o rolo.

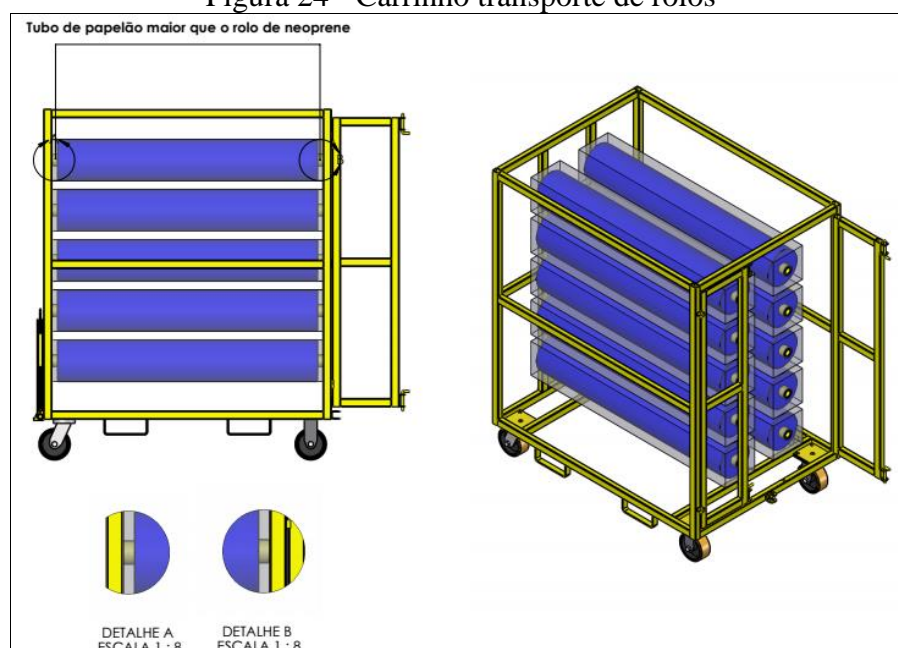
Figura 23 - Neoprene fornecido em rolo



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Para essa forma de fornecimento seriam necessários investimentos em carrinhos de movimentação específicos com suportes individuais para os rolos conforme Figura 24 caberiam 10 rolos cada carrinho e seriam produzidos com rodízios e suportes para garfos de empilhadeira para facilitar movimentação e elevação. Os carrinhos circulariam em forma de circuito fechado entre a Marcopolo e o fornecedor, onde o contato entre o rolo e carrinho seria através do cone para evitar o esmagamento do material, pois o material possui sua camada externa de veludo e tem a característica de ser sensível ao toque. Neste sentido, foram simuladas a bobinagem do material com o veludo para fora e também com o veludo envolvido para dentro, onde ambos os testes apresentaram avarias no material impossibilitando a utilização de algumas placas.

Figura 24 - Carrinho transporte de rolos



Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

Na segunda amostra as placas foram fornecidas abertas sobre um estrado medindo 1500 mm por 3500 mm, fabricado totalmente de madeira e estruturado de tal forma que permitia a movimentação por empilhadeira e a inclusão de fechamento superior para evitar o esmagamento do material conforme mostra a Figura 25. Tal forma demanda espaço físico maior para a movimentação e armazenamento, porém apresentou resultado satisfatório quanto a qualidade de chegada do material na empresa, aumentando o aproveitamento e diminuindo número de peças rejeitadas. Neste caso 100% das placas apresentaram textura do veludo sem avarias validando esta forma de fornecimento.

Figura 25 – Neoprene fornecido em estrado de madeira



Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

Com os materiais na empresa, o próximo passo foi a execução de testes para conferência das especificações do material, onde a Engenharia da Qualidade possui laboratório responsável por validar todos os materiais fornecidos para a empresa. A equipe executou a conferência das especificações e tolerâncias determinadas para cada material e na Figura 26 pode-se verificar alguns resultados dos testes realizados no Neoprene fornecido, comprovando que as matérias primas atendam 100% das exigências da empresa para tal produto, como por exemplo, a solidez da cor à luz ambiente.

Figura 26 - Resultados testes da matéria prima

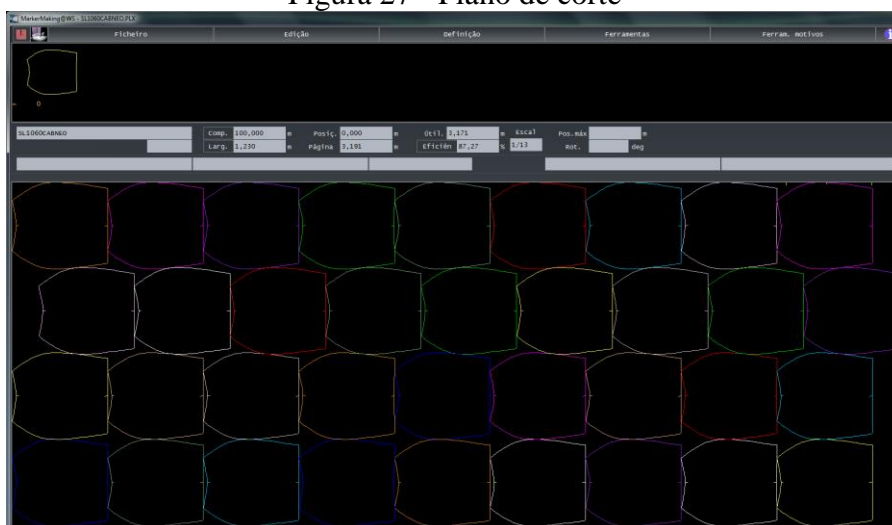
TESTE <i>Test</i>	ESPECIFICADO <i>Specified</i>	RESULTADO <i>Result</i>	NORMA <i>Regulation</i>
Solidez da cor à luz – Xenotest (análise qualitativa)	Nota mínima: 4 (50 horas)	Satisfaz	ISO 105-A02
Espessura (mm)	2,2 a 2,5	2,5 Satisfaz	Não aplicável
Análise dimensional	Conforme desenho	Satisfaz	Não aplicável

Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

Após a liberação do material pelo laboratório o mesmo foi disponibilizado para o setor 357 de corte e costura que primeiramente atuou no desenvolvimento dos planos de corte, onde foram avaliados cada um dos 36 códigos verificando melhor alternativa para dispor as peças no plano, sempre melhor eficiência e reduzindo ao máximo o desperdício desta matéria-prima. Através desta análise foram subdivididas as peças em 03 grupos denominados como grupo A, B e C, onde cada um deles comportavam as peças que são utilizadas simultaneamente ou que possuem características geométricas semelhantes.

No grupo de peças A foram separadas basicamente as cabeceiras das poltronas que possuem formato similar e demandam maior quantidade de produção. As peças selecionadas nos grupos podem ser verificadas no Apêndice A. Cada grupo de peça foi dividido observando a eficiência do corte e a utilização de cada peça, otimizando esta atividade e possibilitando o corte simultâneo do maior número de peças. Todo este trabalho da busca do melhor plano de corte foi executado na sala de programação de corte localizada junto ao setor 357 que possui o auxílio de *software* específico para tal tarefa onde atua vinculado diretamente com a máquina de corte da marca Lectra. Neste sistema o programador deve informar o tamanho do plano de corte que no caso do Neoprene possui o máximo de 1300 mm por 3300 mm, as quantidades de peças desejadas e as geometrias das peças que serão cortadas, além de informar o sentido de corte do tecido. Na Figura 27 cada demarcação colorida significa o contorno de uma peça, onde a máquina deverá executar o corte, produzindo assim, 36 peças por camada de tecido. Como a máquina possibilita corte de cinco placas simultaneamente neste plano serão produzidos total de 180 peças.

Figura 27 - Plano de corte



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Para os outros dois grupos foram divididas as demais peças, onde o grupo B estão direcionadas as peças que são utilizadas para os modelos de ônibus, poltrona-leito. O plano de corte do grupo B representa peças para confecção de 07 poltronas-Leito, possuindo 07 peças utilizadas na cabeceira, 07 na posição lombar e 07 no assento. Esse plano de corte possui uma eficiência de corte superior à 90%, que é considerado excelente devido ao formato das peças.

Os três planos de corte apresentaram eficiência superior a 80%, onde o grupo A apresentou 87,27%, o grupo B 91,46% e grupo C 83,12%. Nestas condições os aproveitamentos da matéria-prima atendem os princípios presados pela empresa que atualmente busca redução dos desperdícios durante todos os processos visando implantar na sua cultura os conceitos *Lean Manufacturing*.

Utilizando o plano de corte do grupo de peças A foram executados os testes de corte deste material, sendo a primeira experiência do corte de Neoprene na máquina automatizada para a Marcopolo. Como observa-se na Figura 28 a matéria-prima é envolvida por uma camada inferior de papel com orifícios e uma camada superior composta por plástico incolor que servem para a fixação do tecido através da sucção a vácuo. Durante os testes foram executados cortes em duas condições de camada de enfiesto, sendo cortados planos com 3 e 5 placas e em ambos testes os resultados foram satisfatórios.

Figura 28 - Corte máquina Lectra

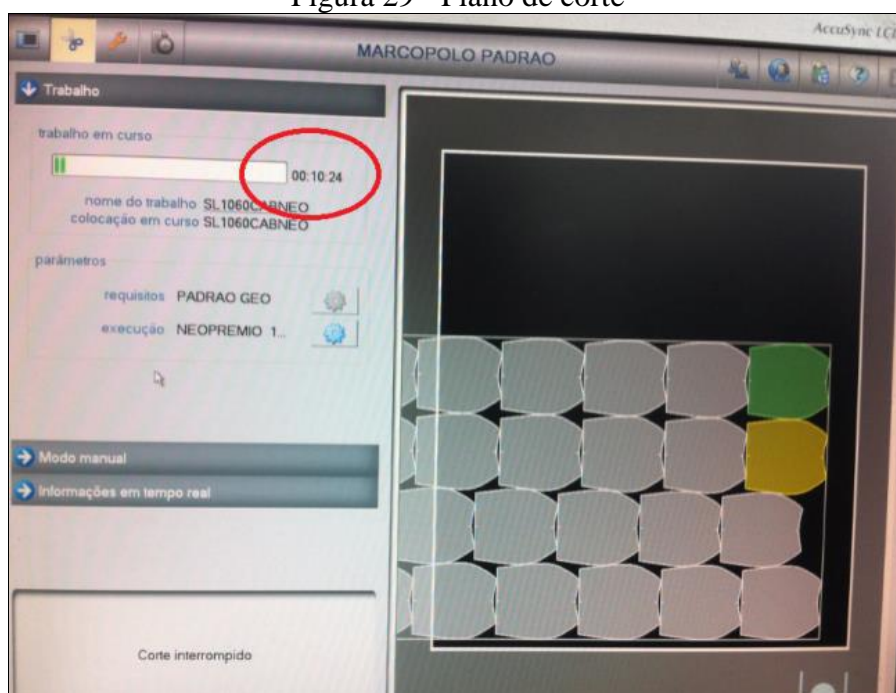


Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Cada plano possui tempo estimado que é calculado automaticamente pelo sistema que otimiza o corte e depende principalmente da velocidade de avanço e o perímetro do corte. Esse

valor é informado no painel da máquina ilustrado na Figura 29, e foi utilizado para cálculo de viabilidade econômica na sexta etapa do trabalho. Outro artifício que a máquina possui é acompanhamento em tempo real do caminho percorrido pela lâmina durante o corte de todas as peças, possibilitando aos operadores da máquina gerenciar suas atividades.

Figura 29 - Plano de corte



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Durante a atividade de corte quando todas as tarefas forem executadas corretamente, iniciando por um enfesto devidamente posicionado sobre a mesa de corte, a lâmina operando com afiação constante e cuidado com o ponto de início do corte garantem o sucesso desta tarefa. Sendo assim, o corte realizado na máquina Lectra apresentou bom resultado nas peças cortadas atendendo os requisitos de qualidade exigidos pela empresa, destinando as peças para a próxima etapa dos testes que é a demarcação do logo por solda em alta frequência.

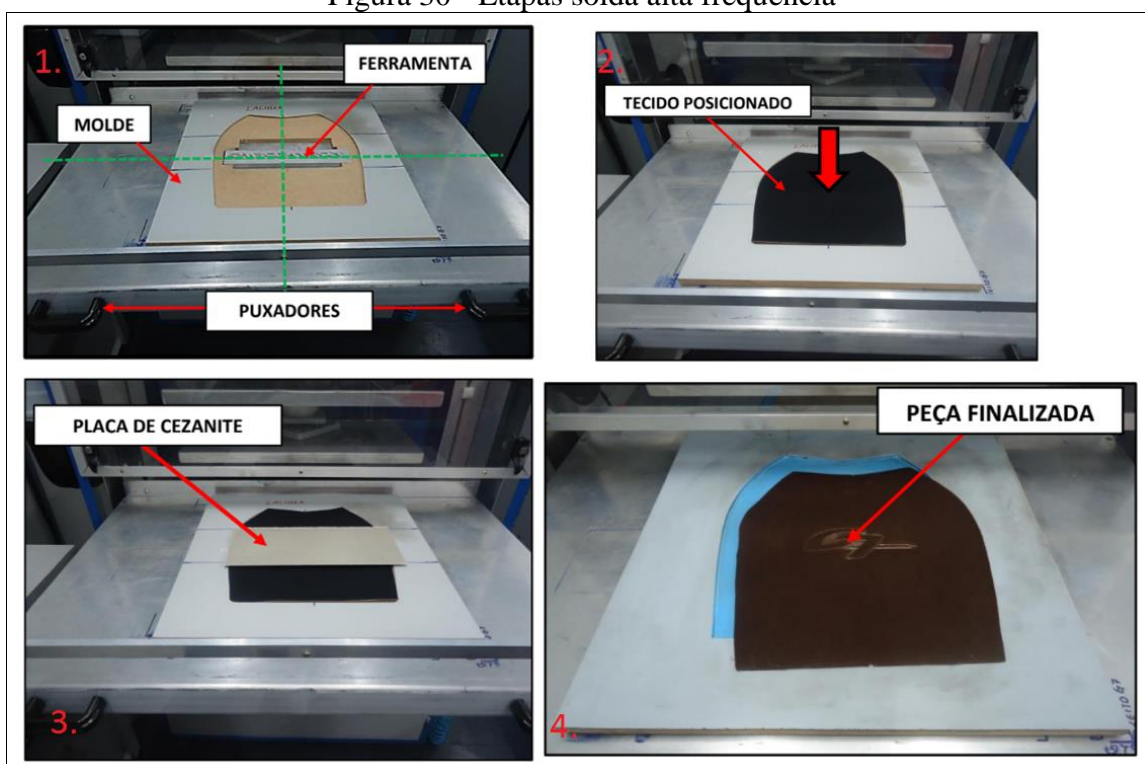
Foram também separados os resíduos oriundos dos cortes de cada plano para serem mencionados no cálculo de análise de viabilidade econômica, onde o resíduo foi identificado através da pesagem do material antes e depois do processamento. Constatando que cada 10 placas de Neoprene geram aproximadamente 8 kg de sucata que são destinadas para a célula de aterro da empresa, apresentando um custo de R\$ 450,00 para a destinação de cada 1000 kg deste resíduo.

Já nos testes executados na máquina de alta frequência foram selecionadas as peças que demandam demarcação do logo e enviadas para a sala de solda por alta frequência. A

máquina encontrava-se na empresa desde o ano de 2013, sendo pouco utilizada devido não estar mais produzindo as peças pela qual foi adquirida. Até o início dos testes a empresa possuía eletrodos destinados para demarcação do logo da Marcopolo e para atender à necessidade dos clientes necessitou-se a aquisição do eletrodo com logo modelo G7 que é mais utilizado nas cabeceiras produzidas em Neoprene. Para a realização dos testes os eletrodos foram fornecidos para a Marcopolo sem custo.

Para posicionamento da peça e do eletrodo foi necessária a criação de moldes fabricados em madeira, possuindo rebaixe para facilitar o posicionamento e garantir a centralização do logo. Estes, auxiliam o operador na execução da atividade e evitam o deslocamento das peças durante a movimentação da gaveta do equipamento. Além dos moldes foram utilizadas placas isoladoras de eletricidade indicadas pela empresa Sultronic empresa fabricante do equipamento. Na Figura 30 demonstra na primeira etapa o posicionamento do molde e o eletrodo sobre a gaveta da máquina, onde deve ser fixado centralizado. Já na segunda etapa ilustra a colocação da peça de Neoprene que será processada e na terceira etapa indica a posição do isolador de cezanite. Sendo assim, pode-se fechar a gaveta e iniciar o processo de solda e finalizando com a retirada da peça pronta conforme mostra a quarta etapa.

Figura 30 - Etapas solda alta frequência



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Os testes foram iniciados com presença do fornecedor da máquina utilizando a menor potência admissível para operação, sendo aumentada gradativamente conforme a evolução da atividade. As primeiras peças com estes parâmetros reduzidos apresentaram não uniformidade na solda e após o aumento gradativo foram encontrados resultados de solda ideais conforme padrão de qualidade estabelecido pela empresa, considerado semelhante e até superior as peças fornecidas por terceiros. Neste momento foi solicitado para a equipe de cronoanalistas da Engenharia de Processo para executar a cronoanálise desta atividade conforme mostra a Figura 31, onde resultou um tempo de 00:57,79 minutos por peça. Este tempo contempla já todos fatores ergonômicos da atividade. Para efeito de cálculo de viabilidade econômica será utilizado na sexta etapa o valor com arredondamento que será de 1 minuto por peça.

Figura 31 - Cronoanálise da solda por alta frequência

Resumo por Tempo Médio					
Seq.	Atividade	Tempo Médio (mm:ss,ms)		Tempo Centesimal (minutos)	
		S/Ergonomia	C/Ergonomia	S/Ergonomia	C/Ergonomia
0001	Abastecer máquina com revestimento	00:19,99	00:23,79	0,333	0,397
0002	- Estampar revestimento	00:23,20	00:26,91	0,387	0,449
0003	Retirar revestimento da prensa	00:06,00	00:07,08	0,100	0,118
Total		00:49,20	00:57,79	0,820	0,963

Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

As peças produzidas foram submetidas a testes de atendimento dos parâmetros e após destinadas para montagem em um conjunto de poltronas de um ônibus da linha para validação como lote piloto.

4.4 QUARTA ETAPA - AVALIAR AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA ADEQUAÇÃO DO PROCESSO

Com a realização dos testes de viabilidade técnica foi possível evidenciar algumas demandas de equipamentos para auxiliar na realização de todo o fluxo de processo. Estas adequações são importantes para realização da implantação desta verticalização onde foram observadas necessidades de melhorias na forma de armazenamento no centro logístico devido ao estrado de Neoprene possuir dimensão maiores que o padrão. Na Figura 32 demonstra-se a forma como foi armazenado o material quando chegou na empresa. O mesmo ficou sobre estrados de chapas de aço ficando assim evidente a necessidade de investir em uma prateleira e carrinhos dedicado para acondicionamento deste material.

Figura 32 - Armazenamento da materia-prima teste



Fonte: Banco de dados Marcopolo (2017)

Para solucionar este item foi solicitado orçamento ao fornecedor externo já usual da Marcopolo onde contemplou adequação de portões, confecção de carrinhos e uma prateleira fabricada de tubos metálicos que deve ser fixada local específico no centro logístico. O custo total orçado destes foi de R\$ 7.022.40.

Já no setor 357 foi constatada a dificuldade de movimentar e suspender as placas de Neoprene quando estão ainda sobre o estrado devido seu tamanho e peso. Como o transporte do centro logístico até setor de costura foi executado com auxílio de empilhadeira a combustão, conseguiu-se movimentar a carga sem nenhum problema e para as movimentações dentro do setor realizar com empilhadeira tracionada elétrica, porém devido o setor de costura estar localizado sobre um mezanino o peso do equipamento e mais a carga, o peso concentrado nas suas três rodas de sustentação excederia a capacidade de carga tornando uma operação perigosa e não autorizada pela área de segurança do trabalho.

Sendo assim, foi elaborada proposta de aquisição de um sistema de movimentação por ponte rolante, onde a estrutura da mesma iria ser projetada e fixada junto aos pilares principais do mezanino. Ponte rolante conforme ilustrada na Figura 33 com capacidade para elevar até 250 kg e com área de movimentação que contemple ponto de abastecimento de matéria-prima do setor até a mesa da máquina de corte, eliminando o esforço do operador para suspender o estrado. Também necessária a aquisição de cintas para elevação desta carga e confecção de carrinho manual para movimentação dos estrados para demais pontos onde não existe o alcance da ponte rolante.

Figura 33 - Ponte rolante para movimentação



Fonte: ABUS (2017)

Já no processo de solda por alta frequência os recursos que são necessários para implantação da verticalização são aquisição dos eletrodos correspondentes a todos os logotipos utilizados pela empresa. Na Figura 34 segue descrição dos eletrodos, onde os mesmos devem ser confeccionados em alumínio ou cobre conforme indicação do fabricante do equipamento, pois estes materiais são altamente condutivos e proporcionarão melhores resultados.

Figura 34 - Eletrodo para solda alta frequência



Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

Com o acompanhamento das diversas áreas da empresa e considerando que a máquina de solda por alta frequência opere constantemente a área de manutenção relacionou componentes da máquina que serão necessárias para substituição imediata onde garantirá a disponibilidade deste equipamento para a fábrica. Os componentes relacionados podem ser visualizados na Figura 35 e serão indispensáveis para implantação do projeto. As preocupações com as manutenções são constantes na empresa para garantir a disponibilidade dos equipamentos.

Figura 35 - Relação kit manutenção

DESCRIÇÃO	QUANT.	CUSTO
Transformador de Potência	1	R\$ 3.450,00
Transformador de Comando	1	R\$ 498,00
Válvula de Alta Frequência	1	R\$ 8.800,00
Capacitor	1	R\$ 349,50
Ventilador	1	R\$ 894,00
		R\$ 13.991,50

Fonte: Banco dados Marcopolo (2017)

Dentre as necessidades encontradas no processo produtivo nenhuma delas podem ser resolvidas internamente pela empresa e assim demandam auxílio de fornecedores externos, requerendo investimento para aquisição. Na sexta etapa é realizada a análise de investimento do projeto proposto verso situação atual e cabe incluir estes investimentos para realização satisfatória da análise de viabilidade financeira.

4.5 QUINTA ETAPA - DEFINIR *LAYOUT* E FLUXOS DE PROCESSO

Na quinta etapa foi verificado o *layout* proposto para a implementação da proposta, buscando estabelecer um fluxo contínuo do processo, evitando excesso de movimentações entre as atividades. O arranjo físico atual como pode ser visto no Apêndice B possui um fluxo reduzido seguindo três etapas divididas em: armazenamento, conferência e envio para linha de produção.

O fluxo no setor 357 se inicia na área de armazenamento conforme indicado na etapa 1, após destina-se para conferência na etapa 2, onde é realizada a contagem e verificação de possíveis defeitos. Por último segue para etapa 3 que indica o envio para linha de máquinas de costura para fechamento das capas.

Para a definição do novo *layout*, como existe o acréscimo de mais atividades e verificando as características de produção destes itens o arranjo físico escolhido foi o *layout* por processo, onde permite a empresa produzir variedade de produtos nos diversos grupos de máquinas disponíveis, atendendo assim, as variações solicitadas pelos clientes. Para isto foi também necessário estabelecer novo fluxo de processos conforme as demandas e roteiros de produção.

No estudo de fluxo da nova proposta, devido a matéria-prima possuir dimensões diferentes do fornecimento padrão não poderá seguir o mesmo fluxo de abastecimento, pois demanda corredores amplos para sua movimentação. A área atual onde é destinada para o

armazenamento não poderá ser utilizada por falta de espaço disponível para essa movimentação, além da dificuldade de deslocar as placas até processo de corte automatizado Lectra.

Visando facilitar o abastecimento dos estrados de Neoprene a entrada da matéria prima no setor será por meio de um portão lateral, onde a elevação do material até o mezanino é realizada com auxílio de empilhadeira a combustão que deixa o estrado sobre o carrinho destinado especificamente para a movimentação. Quando necessário elevar o material sobre a mesa da máquina ou retirar o mesmo do carrinho deve ser executada com auxílio de ponte rolante que será adquirida conforme relatado na quarta etapa deste trabalho.

O fluxo da nova proposta inicia-se na etapa 1 conforme indicado no Apêndice C, onde ocorre o recebimento da matéria-prima. Na etapa 2 ocorre o processo de corte e separação das peças da seguinte forma, as peças que demandam logo seguem para célula de solda por alta frequência conforme etapa 3 do fluxo e as demais seguem para a etapa 4, onde serão armazenadas em caixas aguardando sua utilização. Por fim, serão enviadas para as linhas de costura e montagem.

Desta forma, a quantidade de estoque envolvido no processo produtivo pode ser reduzida, pois somente serão solicitadas as placas de Neoprene que possuem demanda de corte e este controle será realizado diariamente pelo setor de corte.

O fluxo de processo da nova proposta possui o acréscimo de duas atividades que são o corte de tecido e solda por alta frequência, porém observando o *layout* pode-se verificar que devido ao posicionamento dos grupos de equipamentos o fluxo será contínuo e reduzirá movimentações desnecessárias durante a execução da atividade.

4.6 SEXTA ETAPA - ANALISAR VIABILIDADE ECONÔMICA PARA VERTICALIZAÇÃO DO PROCESSO

Considerada como a etapa fundamental para auxiliar na tomada de decisão quanto a viabilidade da proposta a sexta etapa traz um apanhado geral de todos os custos que foram identificados nas demais etapas e através da análise destes dados pode-se verificar a possível validação do projeto. O meio pelo qual foi utilizado para a análise dos valores é uma planilha no Microsoft Office Excel denominada planilha de Análise e Investimento de Capital, sendo um documento oficial e controlado pela Gestão Integrada de Normas da Marcopolo. Este documento pode ser observado no Anexo A e é utilizado pela empresa para analisar a aquisição de equipamentos e demais investimentos. A planilha oferece recursos para inserção de dados

do processo atual e do processo proposto resultando em alguns fatores fundamentais para a análise que são o *payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Desta forma, facilita-se a tomada de decisão quanto a aprovação do investimento.

As atividades realizadas na quarta etapa correspondente a necessidade de equipamentos e infraestrutura para implantação e também foram contabilizadas na análise onde constam investimentos para armazenamento dos estrados de Neoprene no centro logístico, ponte rolante para movimentação no setor de corte e costura, kits de manutenções para máquina de alta frequência, estrutura e documentações para instalação da ponte rolante e demais serviços como frete dos equipamentos, mão de obra para instalações elétricas e estruturais. Lembrando que todos os custos informados estão incluídos os impostos PIS, COFINS, ICMS e IPI conforme informado no orçamento dos fornecedores. Na Figura 36 estão relacionados todos os custos inseridos na análise de investimento, onde os custos com maior relevância são referentes a aquisição e instalação do sistema de movimentação de carga, devido o setor de corte e costura estar localizado sobre mezanino, sendo necessária instalação de estruturas específicas para fixação do sistema.

Figura 36 - Relação de Investimentos

ORÇAMENTOS		QTD	UP	IPI (%)	PIS e COFINS	R\$ (Unitário) a/ Impostos	R\$ (Total) a/ Impostos	R\$ (Total) a/ Impostos
Aduação Corrimão, portas, carrinhos e prateleiras		01	UNIDADE	00	0,00%	7022,40	7.022,40	7.022,40
Kit Manutenção máquina alta frequência		01	UNIDADE	00	0,00%	13991,50	13.991,50	13.991,50
Estrutura sustentação Ponte Rolante		01	UNIDADE	00	0,00%	5152,68	5.152,68	5.152,68
Ponte Rolante c/ Talha 250 kg		01	UNIDADE	00	18,05%	13718,43	13.718,43	16.740,00
			-					-
			-					-
			-					-
TX.IMPORTAÇÃO	MO Instalação Ponte Rolante	01	UNIDADE	00	0,00%	4.900,00	4.900,00	4.900,00
FRETE	Frete	01	UNIDADE	00	0,00%	700,00	700,00	700,00
TRY OUT/TREINAMENTO	MO Instalação Elétrica Talha	01	UNIDADE	00	0,00%	897,60	897,60	897,60
OBRA CIVIL	ART Projeto Estrutural Ponte Rolante	01	UNIDADE	00	0,00%	6.090,00	6.090,00	6.090,00
INSTALAÇÃO	MO Instalação Estrutura	01	UNIDADE	00	0,00%	6.680,00	6.680,00	6.680,00
CONTROLE DE IMPACTOS		Ambiental						
		Ocupacional						
						TOTAL	59.152,61	62.174,18

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Os valores inseridos na planilha referente ao processo atual, correspondem as quantidades e custos relacionado a aquisição das peças prontas, e para melhor detalhamento foram informadas as quantidades e custos separadamente, conforme a divisão dos grupos realizada na terceira etapa. Na Figura 37 verifica-se que o custo médio de cada peça se originou do custo total de aquisição de cada grupo dividido pela quantidade de peças utilizadas. Este custo médio sofreu arredondamento permanecendo com duas casas decimais após a vírgula para facilitar a inserção dos dados na planilha de análise econômica. Os resultados obtidos referentes ao custo médio estão destacados em negrito.

Figura 37 - Custo peças do processo atual

Custo Peças do Processo Atual			
Descrição:	Quant.	Média Custo R\$	Custo Total
Grupo A	49.802	R\$ 20,43	R\$ 1.017.340,96
Grupo B	32.890	R\$ 15,84	R\$ 521.110,80
Grupo C	9.950	R\$ 14,82	R\$ 147.446,50
Total:	92.642		R\$ 1.685.898,26

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Nos dados inseridos para o processo atual, as peças de Neoprene são compradas diretamente de fornecedor externo e não possuíam dados de mão de obra. Desta forma, somente foi contabilizado o custo referente a aquisição direta deste material. Nesta análise do processo atual também foi inserido o gasto com o frete que corresponde a 2% do gasto de aquisição.

No processo proposto foram informados valores correspondentes ao gasto de aquisição da matéria-prima, onde através dos orçamentos realizados pelo departamento de compras chegaram a um valor de R\$ 310,00 por blanck de 1300 mm x 3300 mm de Neoprene. E para estimar a quantidade necessária para fabricação interna deste montante de peças foram utilizados os três planos de corte criados na terceira etapa onde as peças foram divididas em grupos para melhoria na eficiência de corte. Na Figura 38 pode-se verificar que cada plano de corte possui quantidade de peças programadas, podendo assim calcular o consumo necessário de blancks durante o período da análise. No grupo A necessitaria a confecção de 49802 peças e como o plano de corte do grupo cortam 36 peças por blanck serão necessárias 1.383 placas de Neoprene para este montante.

Utilizando este raciocínio para os demais grupos e somando o total de blancks necessários, tem-se uma quantidade total de 3100 placas. Mas além deste montante foram calculados 20% a mais de material para compensar possíveis perdas no processo devido material danificado totalizando 3720 placas.

Figura 38 - Blancks para processo proposto

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Totais
	Plano Corte	Plano Corte	Plano Corte	
Peças por Blanck	36	21	66	
Peças utilizadas	49802	32890	9950	92642
Blancks Necessários	1383	1566	151	3100
3100 +20% (Perdas) = 3720 Placas de Neoprene				

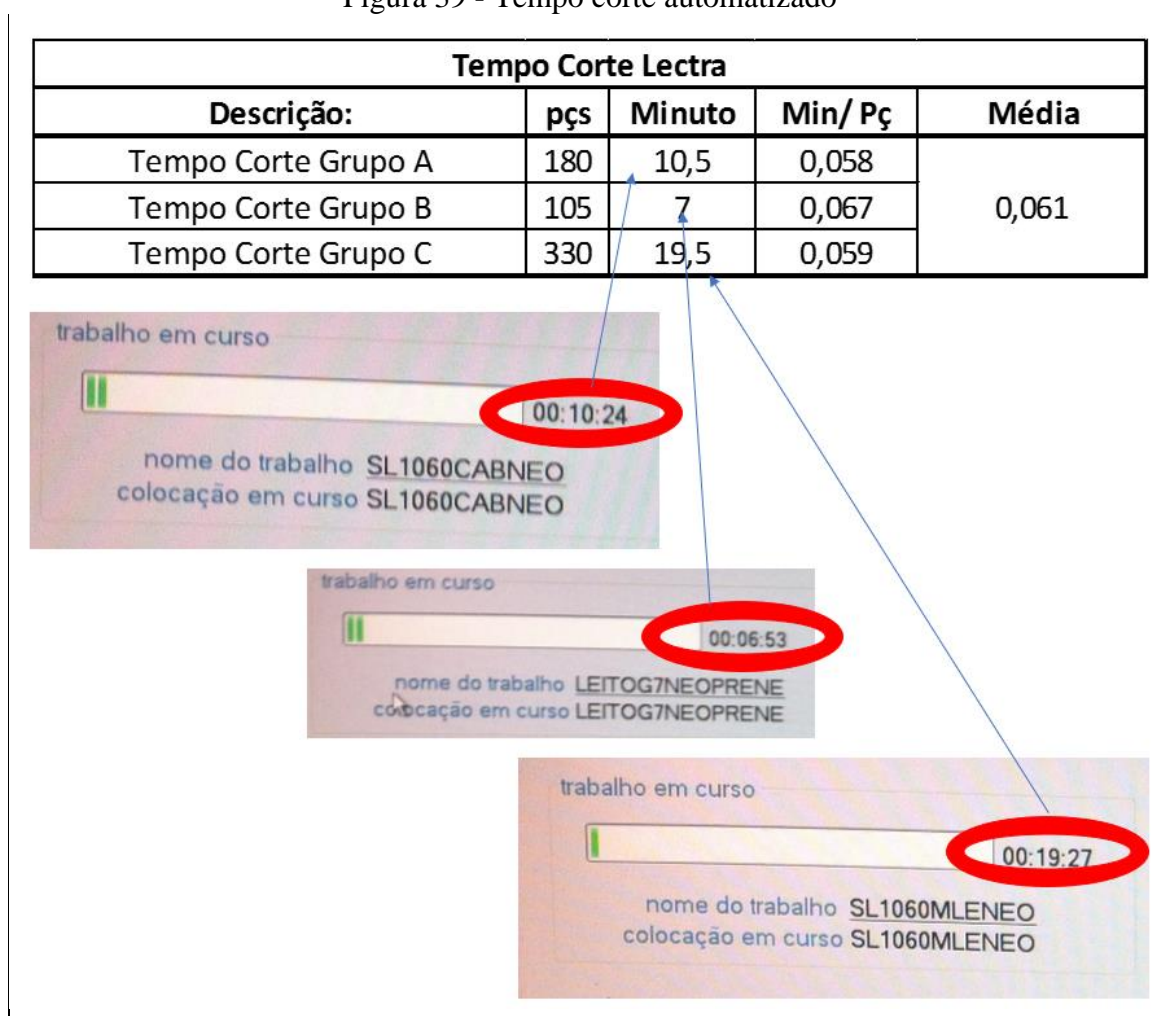
Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Na situação proposta também foram levados em consideração os gastos de frete da matéria-prima, onde neste caso devido o fornecimento ser por estrados de madeira que ocupam

área de 5,25 m² na carga e impossibilitam o empilhamento de outros materiais sobre a carga aumentando o gasto para 4% do valor faturado.

Referente aos custos de mão de obra dos processos de corte, eles foram obtidos através dos dados disponibilizados no plano de corte. Na Figura 39 pode-se verificar que cada plano de corte possui um tempo de execução que é informado no painel da máquina durante a execução do corte. Desta forma, o valor informado em minutos foi dividido pela quantidade de peças produzida por plano. Por exemplo, no grupo A o plano de corte possui 36 peças programadas por plano, sendo que o equipamento permite corte de 5 camadas de tecido simultaneamente no caso do Neoprene. Totalizando então, 180 peças no tempo de 10,5 minutos, que corresponde em média, o tempo de 0,058 minutos por peça para a situação do grupo A. Para efeito de cálculo foi utilizado o tempo médio relacionado aos 3 grupos de planos de corte e multiplicado pelo custo de taxa hora do setor 357 que no período dos testes estava com valor de R\$ 1,20 por minuto.

Figura 39 - Tempo corte automatizado



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Os custos dos materiais sucateados também foram inseridos nos cálculos do processo proposto, onde durante os testes foi verificado que 10 % do material é descartado como sobra de processo de corte. Além dos 10% foram calculados mais 20% por motivos diversos como danos físicos durante o processo ou rejeitados pelas auditorias de qualidade. Este tipo de resíduo a Marcopolo destina para sua célula de aterro que possui um custo de R\$ 450,00 por tonelada de material depositado. Para o cálculo de resíduo inserido na análise de investimento, foi identificada a necessidade de utilização de 3.720 blanches de Neoprene com peso de 4 kg cada, totalizando 14.880 kg de Neoprene processados. Dos 14880 kg foi calculado 30% de sobras de processo resultando um montante de 4.464 kg por ano e como todos os valores inseridos na análise de investimento são correspondentes a quantidade mensal, este valor foi dividido por 12 meses resultando 372 kg de sucata por mês.

A planilha de investimento da empresa executa os cálculos compreendendo os parâmetros já estabelecidos pela organização. Por exemplo, o cálculo do imposto de renda é executado contemplando taxa de 34% sobre os rendimentos.

Possuindo todas estas etapas de preenchimento concluídas, deve-se observar os resultados que a planilha apresenta automaticamente. As formulas estão inseridas na planilha de forma oculta e devido a motivos de confidencialidade não foi permitida descrição detalhada de seu funcionamento. Na Figura 40 ilustra os resultados obtidos através da análise econômica realizada. A empresa adota como critérios fundamentais de aceitação do projeto, os resultados de VPL serem superior a zero e a TIR ser maior que a Taxa Mínima de Atratividade que é de 14%. Além de possuir um *payback* inferior a 18 meses.

Figura 40 - Resultados Análise de Investimento

	VIABILIDADE			
		MÃO-DE-OBRA	MATÉRIA-PRIMA	OUTROS
PRODUÇÃO DIA:	0,08			
VALOR DO CUSTO DO INVESTIMENTO	R\$ 59.153			
CUSTO PROCESSO ATUAL:	R\$ 3.009.316	R\$ 0	R\$ 3.009.316	R\$ 0
CUSTO PROCESSO PROPOSTO:	R\$ 2.427.558	R\$ 325.219	R\$ 2.102.339	R\$ 0
DIFERENÇA DE CUSTO:	R\$ 581.758	-R\$ 325.219	R\$ 906.977	R\$ 0
IMPOSTO DE RENDA:	-R\$ 195.787			
ECONOMIA ANUAL LÍQUIDA:	R\$ 385.972			
ECONOMIA MENSAL LÍQUIDA:	R\$ 32.164			
TEMPO AMORTIZAÇÃO (PAYBACK):	2	MESES		
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR):	653%			
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL):	R\$ 1.954.121			

Fonte: Elaborado pelo Autor (2017)

Verificando que o resultado encontrado de Valor Presente Líquido é igual a R\$ 1.954.121,00, sendo superior a zero já atende um dos requisitos. A Taxa Interna de Retorno obtida foi de 653% superando a TMA de 14% indicada pela empresa e o *payback* encontrado é de 2 meses. Sendo assim, este projeto demonstra-se totalmente viável economicamente, pois supera todos os quesitos necessários para sua validação.

5 CONCLUSÃO

A evolução nos processos produtivos das empresas é fundamental para que consigam se manter em uma posição de destaque no mercado tão competitivo. Com isso, a Marcopolo S/A busca aprimorar seus processos visando otimizar recursos e reduzir custos de produção para conquistar maior participação de mercado dos seus produtos.

Baseado nisso, este trabalho de conclusão do curso buscou analisar de forma técnica e econômica a viabilidade da verticalização de um processo de corte e solda por alta frequência de um tecido utilizado para o revestimento das poltronas, colaborando para a tomada de decisão da empresa.

Notou-se que o tecido de Neoprene utilizado nas poltronas compreende 70% do custo do revestimento total da capa e poderia sofrer alteração no seu processo produtivo com objetivo de diminuir seu custo, através da verticalização dos processos de corte e solda por alta frequência utilizando os recursos já existentes na empresa. Foi observado durante a análise de viabilidade técnica a necessidade de investimentos em sistema de movimentação para possibilitar a execução ideal da atividade no setor de corte e costura.

Com a utilização da máquina de corte Lectra para realização dos testes de viabilidade técnica do corte viu-se que o descarte de 20% de matéria-prima conforme indicada pelo fornecedor pode ser reduzida, pois a eficiência no corte alcançada nos testes foi em média de 87,2% demonstrando redução no descarte de resíduos, além de proporcionar padronização no corte das peças obtendo ganhos em qualidade.

Percebeu-se que através da implantação desta verticalização o *lead time* de entrega do material que é atualmente de 30 dias poderá ser fornecimento num período de 5 dias permitindo com que a empresa não necessite operar com estoque de segurança de 3 vezes o consumo do mês e reduza seus estoques. Além de reduzir a quantidade de códigos dos materiais que passará de 37 códigos para somente 3 facilitando a gestão.

Durante a execução da análise de viabilidade econômica, percebeu-se que a diferença entre os custos do processo atual anual é de R\$ 3.009.316,00 e o custo do processo proposto anual calculado ficou em R\$ 2.427.558,00 representando redução de 20%. Sendo assim, atendeu o objetivo de redução que era de até 25%, contudo esta redução mostrou-se significativa para a empresa.

Nos resultados obtidos durante a realização da análise de investimentos utilizada pela empresa na etapa 6 deste trabalho o VPL apresentou um valor de R\$ 1.954.121,00, a TIR resultou em 653% ao ano e o *payback* foi de 2 meses. Desta forma pode-se evidenciar que a

proposta para verticalização do processo de corte e solda por alta frequência é tecnicamente e economicamente viável.

A utilização do método de pesquisa-ação foi fundamental para obtenção destes resultados, pois permitiu analisar o problema que foi objeto deste trabalho na prática e propor ações de forma rápida e eficientes. Contribuindo para que todos os objetivos deste trabalho fossem alcançados.

Entende-se que o setor de corte e costura da fábrica possui capacidade de absorver outras integrações verticais. Assim como este estudo propõe a verticalização das peças fornecidas em Neoprene, deve-se analisar a possibilidade de fazer o mesmo processo para as capas das poltronas de motorista, que também são adquiridas de terceiros.

Por se tratar da fábrica de poltronas, que opera com volumes de produção acima de 1500 bancos por dia e movimentam diversos componentes para sua montagem, toda e qualquer intervenção de melhoria no processo produtivo proporcionam ganhos de eficiência e redução de custos que contribuem para crescimento da organização.

REFERÊNCIAS

- ANTON, C.I.; EIDELWEIN, H.; DIEDRICH, H. **Proposta de melhoria no layout da produção de uma empresa do vale do Taquari**. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 4, n. 1, 2012.
- ARAÚJO, M. **Tecnologia do Vestuário**. Editado por Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1996.
- BIÉGAS, S. **Fundamentos da Indústria do Vestuário**. Fundação de Ensino de Apucarana, Mantenedora do Centro Tecnológico de Desenvolvimento Profissional do Norte do Paraná – Centro Moda, Apucarana, mar 2004.
- BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998. 288 p.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies** (contemporary social research). 1st ed. London: Routledge, 1989. <http://dx.doi.org/10.4324/9780203359648>.
- CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKÉ, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**. 11 ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.
- CIRIEX ABUS. **Site institucional**. Disponível em: <<https://www.cirixabus-cranes.com.br/>>. Acesso em: 12 set. 2017.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- COSTA, A. J. **Otimização do layout de produção em um processo de pintura de ônibus**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.
- FABUS. Associação Brasileira Fabricantes de ônibus, **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.fabus.com.br>>. Acesso em: 24 mar. 2017.
- FREIRE, A. **Estratégia – Sucesso em Portugal**. Lisboa: Editorial Verbo, 1997.
- GUTIERREZ MÁQUINAS. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.gutierrezmaquinas.com.br>>. Acesso em: 24 abr. 2017.
- LECTRA Ltda. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.lectra.com.br>>. Acesso em: 19 abr. 2017.
- LIDÓRIO, C. F. **Tecnologia da confecção**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2008. Apostila. Disponível em: <<https://wiki.ifsc.edu.br/>> Acesso em: 18 jun. 2017.

MACHADO, I. G. **Soldagem & Técnicas Conexas: Processos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) - Laboratório de Soldagem e & Técnicas conexas (LS&TC). Porto Alegre, 1996.

MANNARINO, R. **Introdução à engenharia econômica**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

MARCOPOLO S.A. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.marcopolo.com.br>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

MARQUES, P.V.; MODENESI, P.J.; BRACARENSE, A.Q. **Soldagens Fundamentos e Tecnologia**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

GGTECH SISTEMAS Ltda. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.ggtech.com.br>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

MOURA, R. A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais**. 6. Ed.rev. Instituto IMAM: São Paulo, 2008.

OQUIST, P. **The epistemology of action research**. Acta Sociologica, v. 21, n. 2, p. 143-163, 1978. <http://dx.doi.org/10.1177/000169937802100204>.

OKUMURA, T.; TANIGUCHI C. **Engenharia de Soldagem e aplicações**. (Tradução) The Association for Internacional Technical Promotion. Rio de Janeiro. 1982.

PORTER, Michael. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SAMANEZ, C.P. **Matemática financeira: aplicações à análise de investimento**. 4. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Acilon Batista de. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise e tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

WILLIAMSON, O. E. **The Economics Institutions of Capitalism**. The Free Press, 1985.

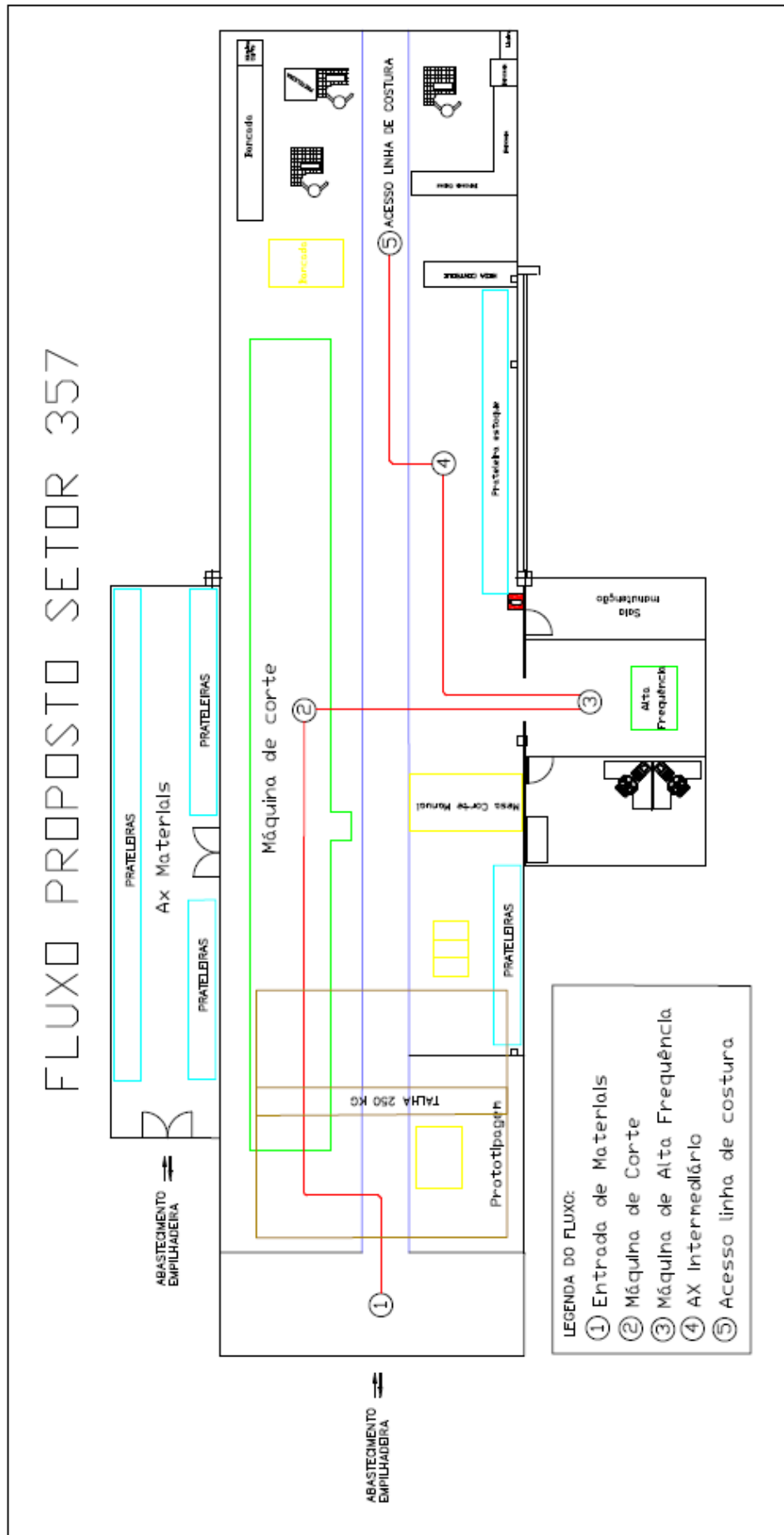
ZHANG, D. **The Revival of Vertical Integration: Strategic Choice and Performance Influences**. Journal of Management and Strategy, Vol.4, No.1, 2013.

APÊNDICE A - DIVISÃO DE PEÇAS PARA PLANOS DE CORTE


GRUPO A		
Código	Descrição	Quant.
A	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	19.902
B	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	17.850
C	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	6.100
D	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	4.850
E	REVESTIMENTOS NEOPRENE DA POLTRONA	800
F	NEOPRENE POL. SL 1060/1090 CABEC. VOLARE	150
G	NEOPRENE POLTRONA 1000 CABECEIRA VOLARE	50
H	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50
I	NEOPRENE POLTRONA 940 CABECEIRA VOLARE	50
		49.802
GRUPO B		
J	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.100
K	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.050
L	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.272
M	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
N	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
O	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	4.074
P	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.100
Q	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.400
R	REVESTIMENTO NEOPRENE POLTRONA	3.094
		32.890
GRUPO C		
Código	Descrição	Quant.
S	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LE	1.650
T	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 FR ENC LD	1.400
U	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LD	1.200
V	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ASS LE	1.200
X	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LD	750
Z	NEOPRENE SEMI LEITO 1060/1090 LAT ENC LE	650
AA	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	600
AB	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	600
AC	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	550
AD	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	550
AE	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	450
AF	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50
AG	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LE	50
AH	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LE	50
AI	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LE	50
AJ	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT FRENT ENC LD	50
AK	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ASSENTO LD	50
AL	NEOPRENE POLTRONA 940 LAT ENC LD	50
		9.950


APÊNDICE B - *LAYOUT* E FLUXO PROCESSO ATUAL

APÊNDICE C - *LAYOUT* E FLUXO DE PROCESSO PROPOSTO



ANEXO A - DOCUMENTO DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO

CÓD. INTERNO:				ORÇAMENTO Nº:				
ANÁLISE DE PROCESSOS E INVESTIMENTO DE CAPITAL								
UNIDADE:	SOLICITANTE:	MOTIVO:		DATA:		ANEXOS:		
ANALISTA:	ANÁLISE Nº:							
ORIGEM:	DESTINO:							
DESCRIÇÃO:								
PROCESSO ATUAL:								
PROCESSO PROPOSTO / JUSTIFICATIVA:								
VIABILIDADE								
		MÃO-DE-OBRA	MATÉRIA-PRIMA	OUTROS				
PRODUÇÃO DIA:		0,00						
VALOR DO CUSTO DO INVESTIMENTO		R\$ 0						
CUSTO PROCESSO ATUAL:		R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0			
CUSTO PROCESSO PROPOSTO:		R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0			
DIFERENÇA DE CUSTO:		R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0			
IMPOSTO DE RENDA:		R\$ 0						
ECONOMIA ANUAL LÍQUIDA:		R\$ 0						
ECONOMIA MENSAL LÍQUIDA:		R\$ 0						
TEMPO AMORTIZAÇÃO (PAYBACK):		0	MESES					
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR):		0%						
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL):		R\$ 0						
ORÇAMENTOS		QTD	UP	IPI (%)	PIS e COFINS	R\$ (Unitário) c/ Impostos	R\$ (Total) c/ Impostos	R\$ (Total) c/ Impostos
			-	00	0,00%		-	-
			-	00	0,00%		-	-
			-	00	0,00%		-	-
			-	00	0,00%		-	-
			-				-	-
			-				-	-
			-				-	-
TX.IMPORTAÇÃO			-	00	0,00%		-	-
FRETE			-	00	0,00%		-	-
TRY OUT/TREINAMENTO			-	00	0,00%		-	-
OBRA CIVIL			-	00	0,00%		-	-
INSTALAÇÃO			-	00	0,00%		-	-
CONTROLE DE IMPACTOS						TOTAL	-	-
	Ambiental		%					
	Ocupacional		%					
OBSERVAÇÕES:								
ASSINATURAS (Conforme limites estipulados pela MP-18).								
SUPERVISOR / RESPONSÁVEL		SEGURANÇA		MEIO AMBIENTE		MANUTENÇÃO		
COORDENADOR DA ÁREA		COORDENADOR DEEP		COORDENADOR FINANCEIRO				
GERENTE ÁREA/ SOLICITANTE		GERENTE ENGENHARIA		GERENTE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO				
DIR. ENG E MANUFATURA		DIRETOR UNIDADE INDUSTRIAL		DIRETOR DO NEGÓCIO				
COMITÊ DE INVESTIMENTO		DIR. DE AQUISIÇÃO E LOGÍSTICA		DIR. CONTROLADORIA E FINANÇAS				
		DIRETOR GERAL						

ANEXO 01 - MÃO-DE-OBRA, MATÉRIA-PRIMA E SUCATA							
PRODUÇÃO DIA:	0,00	MESES	TURNO:	1	ANÁLISE Nº:		
PROCESSO ATUAL							
MÃO-DE-OBRA		TEMPO	MINUTOS	SETOR	CUSTO MIN (R\$)		CUSTO TOTAL (R\$)
							0,000
							0,000
							0,000
							0,000
							0,000
CUSTO MÃO-DE-OBRA:						R\$	0,000
MATÉRIA-PRIMA	CÓDIGO	QTD	UP	SETOR	CUSTO	UP	CUSTO TOTAL (R\$)
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
CUSTO MATÉRIA-PRIMA:						R\$	0,000
SUCATA	CÓDIGO	QTD	UP	SETOR	CUSTO	UP	CUSTO TOTAL (R\$)
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
CUSTO SUCATA:						R\$	0,000
CUSTO PROCESSO ATUAL:						R\$	0,000
PROCESSO PROPOSTO							
MÃO-DE-OBRA		TEMPO	MINUTOS	SETOR	CUSTO MIN (R\$)		CUSTO TOTAL (R\$)
							0,000
							0,000
							0,000
							0,000
							0,000
CUSTO MÃO-DE-OBRA:						R\$	0,000
MATÉRIA-PRIMA	CÓDIGO	QTD	UP	SETOR	CUSTO	UP	CUSTO TOTAL (R\$)
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
CUSTO MATÉRIA-PRIMA:						R\$	0,000
SUCATA	CÓDIGO	QTD	UP	SETOR	CUSTO	UP	CUSTO TOTAL (R\$)
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
			-			-	0,000
CUSTO SUCATA:						R\$	0,000
CUSTO PROCESSO PROPOSTO:						R\$	0,000
DIFERENÇA DE CUSTO ENTRE PROCESSOS:						R\$	0,000
OBSERVAÇÃO:							