

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

MARCO AURÉLIO FOGAÇA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO
DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE FURAÇÃO POR CNC BASEADO NOS
PRESSUPOSTOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA**

CAXIAS DO SUL

2017

MARCO AURÉLIO FOGAÇA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO
DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE FURAÇÃO POR CNC BASEADO NOS
PRESSUPOSTOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Msc. Ivandro Cecconello

CAXIAS DO SUL

2017

MARCO AURÉLIO FOGAÇA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO
DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE FURAÇÃO POR CNC BASEADO NOS
PRESSUPOSTOS DA CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 03 de junho de 2017

Banca Examinadora



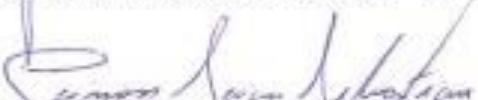
Prof. Ms. Ivandro Ceconello
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Dr. Gabriel Vidor
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Dr. Joaquin Luis Kalnin
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Eng. Saimon Darian Debastiani – Agrale S.A.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta etapa da minha vida, a graduação, é apenas uma representação de toda a carga emocional e intelectual vivida durante todos estes anos. O diploma terá meu nome, porém ele pertencerá a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram tanto com meu trabalho em si quanto para formar a pessoa que sou.

Meus pais Paulo e Maria, em sua lição de humildade, me ensinaram a valorizar as pequenas coisas e apontar o caminho certo para o sucesso. Meus irmãos Dudu e Ale, por existirem na minha vida e eu poder dizer com orgulho que sou seu irmão mais velho. A minha querida namorada e futura esposa Daiana, que me amparou por todos estes anos, em especial no período do TCC. Aos meus tios, tias, primos, primas, enfim toda minha família, meu sangue. Vocês são a fundação deste mérito alcançado. Amo vocês.

A todos os professores da graduação, em especial ao professor e amigo Ivandro Cecconello pelo o apoio, tempo e confiança depositados em mim durante a orientação desse trabalho.

A empresa Agrale pela oportunidade de realizar meu estudo e aos meus colegas de trabalho que através de seus conhecimentos e competências foram fundamentais para que atingisse um bom nível de trabalho.

Aos colegas de graduação, por compartilharmos dos mesmos sentimentos de alegria, dificuldade, decepção, cooperação e, é claro, amizade.

A todos meus amigos, em especial a meus grandes colegas de trabalho do PCP, do Processo e United F.C. Sinto orgulho de dizer que divido ambientes com pessoas de tamanha competência e inteligência, sem falar nas tiradas hilárias proporcionadas pelo trio futebol/cerveja/churrasco. Especial também a outra turma recém-chegada em minha vida, mas não menos importante, meus queridos vizinhos de prédio, que em um momento conturbado, que coincidiu com o início do TCC e mudança para a nova casa, foram muito hospitaleiros e receptivos, proporcionando um ótimo ambiente, tanto para o estudo em si quanto para a convivência, se transformando rapidamente em grandes amigos.

*“Mares tranquilos não produzem bons
marinheiros.”*

Provérbio africano

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul abordou análise de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas de chassis leves para ônibus e caminhões com PBT até dez toneladas, com base nos pressupostos da CM. Para tanto, foram utilizadas as bases do Sistema Toyota de Produção, os conceitos envolvidos na Estratégia de Negócios de uma empresa, da Customização em Massa, da Verticalização de Processos e da Engenharia Econômica. O método envolveu cinco fases. Na primeira fase foram coletados e organizados os dados e custos relativos ao cenário atual, buscando mensurá-los monetariamente. Na segunda fase, de posse de requisitos pré-determinados, buscou-se, dentre três alternativas, a melhor opção de equipamento que atendesse a proposta de intervenção. Na terceira fase coletaram-se os dados relativos a esse novo cenário proposto e as suas possibilidades de ganhos e, da mesma forma da primeira fase, mensurar monetariamente tais dados e o também cenário. A quarta fase, a qual compilou todos estes dados monetizados, calculou indicadores econômicos, a fim de embasar a análise proposta pelo trabalho. Por fim, a quinta fase analisou os indicadores calculados, comprovando a viabilidade técnica e econômica do investimento, os quais um CAUE menor para o novo equipamento, de R\$ 794.482,63 contra R\$ 1.023.467,42, um VPL de R\$ 984.984,90, uma TIR de 37,97% e um *pay-back* de 3 anos, 10 meses e 3 dias. Ao final observou-se que a empresa deve estar em constante análise de seu parque fabril, atenta às novas tecnologias para melhoramento de seu desempenho no atendimento aos clientes, mas também munida de grande aparato teórico-econômico que justifique tais investimentos.

Palavras-chave: Customização em Massa. Análise de Investimentos. Engenharia Econômica. Verticalização de Processos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais Produtos Agrale S.A.	18
Figura 2 – Participação das exportações nas vendas da Agrale	18
Figura 3 – Diagrama Casa do STP	21
Figura 4 – Desenvolvimento de mercados	25
Figura 5 – Método de tomada de decisão na Toyota	26
Figura 6 – Matriz de Posicionamento Estratégico	27
Figura 7 – Frequência de palavras-chave “ <i>mass customisation</i> ” e “ <i>personalisation</i> ” por ano (<i>Scopus</i>)	28
Figura 8 – Estágios genéricos para cliente <i>co-design</i>	31
Figura 9 – Estrutura de produto de um chassi	35
Figura 10 – Resumo mensal de produção 2016 Linha Leve	50
Figura 11 – Totem para consulta eletrônica	51
Figura 12 – Produto do setor de furação de perfis – a longarina	52
Figura 13 – Quadro de um chassi.....	53
Figura 14 – Chassi pronto (Produto final)	53
Figura 15 – Máquina lavadora	54
Figura 16 – A cabine de pintura.....	55
Figura 17 – Furação do perfil e máscara aberta após furação	56
Figura 18 – Furação extra com furadeira magnética.....	57
Figura 19 – Rebarbação e monovia de longarinas que seguem para lavagem.....	58
Figura 20 – Longarina após passagem pela lavadora.....	58
Figura 21 – Longarina pronta pintada.....	59
Figura 22 – Vista do setor a partir do LG01	59
Figura 23 – Fluxograma das etapas.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Operações no processo de furação	69
Tabela 2 – Operações de <i>set-up</i>	69
Tabela 3 – Consumo de fluido lubri-refrigerante.....	70
Tabela 4 – Consumo de energia	70
Tabela 5 – Consumo de brocas	71
Tabela 6 – Tempo de paradas de manutenção	72
Tabela 7 – Custo de consumo de energia.....	72
Tabela 8 – Custo de consumo de brocas	73
Tabela 9 – Custo de mão-de-obra	73
Tabela 10 – Custo de materiais de reparo	74
Tabela 11 – Custo de parada por manutenções corretivas	74
Tabela 12 – Custo com máscaras e alterações	75
Tabela 13 – Custo de não qualidade	76
Tabela 14 – Comparativo de atendimento dos requisitos	79
Tabela 15 – Custo de consumo de energia proposto.....	80
Tabela 16 – Custo de consumo de brocas proposto	81
Tabela 17 – Custo de consumo de fluido lubri-refrigerante proposto	81
Tabela 18 – Custo de plano de manutenção contratado proposto.....	82
Tabela 19 – Custo de operações de <i>set-up</i> proposto	82
Tabela 20 – Custo de mão-de-obra proposto	83
Tabela 21 – Atendimento dos requisitos técnicos.....	84
Tabela 22 – Demonstrativo das entradas para o cálculo do CAUE.....	85
Tabela 23 – Demonstrativo das entradas para o cálculo do VPL, TIR e <i>Pay-back</i>	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABT	<i>Application Business and Technology/Software</i> de gestão
AI	Análise de Investimentos
BOM	<i>Bill of material</i> /lista de materiais
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
CNC	Controle Numérico Computadorizado
CM	Customização em Massa
CNT	Confederação Nacional de Transportes
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> / Planejamento dos Recursos da Empresa
et al.	E outros
FIP	Ficha de Identificação do Produto
FRP	<i>Finite Resources Planning</i> /Planejamento de Recursos Finitos
IT-CA	Instruções de Trabalho
IVCS	<i>Integrated Vehicle Configuration System</i> /Sistema integrado de Configuração de veículos
JIT	<i>Just in Time</i> - No momento e quantidade certos
MODI	Modelo Interno
MQL	<i>Minimum Quantity Lubrification</i> /Quantidade Mínima de Lubrificação
MP	Matéria-prima
MRP	<i>Manufacturing Resources Planning</i> /Planejamento de Recursos de Manufatura
MTPS	<i>Model T Production System</i> /Sistema de Produção do Modelo T
RSI	Retorno Sobre Investimento
PBT	Peso Bruto Total
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
PCP	Programação e Controle da Produção
PM	Produção em massa
STP	Sistema Toyota de Produção
TI	Tecnologia da Informação
TIR	Taxa Interna de Retorno
VP	Verticalização de Processos
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2	JUSTIFICATIVA	14
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	Objetivo geral.....	16
1.3.2	Objetivos específicos.....	16
1.4	PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE ESTÁGIO	17
1.5	ABORDAGEM METODOLÓGICA E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO.....	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	20
2.1.1	A filosofia <i>Just in Time</i> (JIT)	21
2.1.2	Autonomação.....	22
2.1.3	Conceito de perdas.....	23
2.1.4	O Mecanismo da Função Produção	23
2.1.4.1	Processo	24
2.1.4.2	Operação	24
2.2	ESTRATÉGIA DE NEGÓCIOS DAS EMPRESAS	25
2.3	CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA.....	27
2.3.1	Níveis de customização	30
2.3.2	Fatores de sucesso para CM	31
2.3.3	Habilitadores para implementação da CM	32
2.3.4	Controle de qualidade na CM	34
2.3.5	Modularização.....	35
2.3.6	Melhorias potenciais e adequações para atendimento à CM.....	36
2.4	ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	38
2.4.1	Substituição de equipamentos	39
2.4.2	Análise de substituição de equipamentos	40
2.4.3	Substituição não-idêntica	40
2.4.4	CAUE, TMA, VPL e TIR.....	41
2.4.5	Cálculo do <i>Pay-back</i>.....	43
2.5	VERTICALIZAÇÃO DE PROCESSOS.....	43

2.5.1	Tipos de VP	44
2.5.2	Variações da VP	44
2.5.3	Prós e contras da VP	45
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	46
3	PROPOSTA DE TRABALHO	49
3.1	CENÁRIO ATUAL	49
3.1.1	Dados da Produção	49
3.1.2	Descrição do Produto e Processo	51
3.1.3	Os equipamentos	54
3.1.4	O setor de estudo – furação de perfis e longarinas	56
3.1.5	Problemas encontrados	60
3.2	ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA.....	64
3.2.1	Etapa 1: Coleta dos dados atuais para bases de dados de cálculo.....	64
3.2.2	Etapa 2: Identificação dos custos do equipamento atual	65
3.2.3	Etapa 3: Definição do equipamento que foi utilizado no estudo	65
3.2.4	Etapa 4: Identificação dos custos e ganhos do equipamento proposto	66
3.2.5	Etapa 5: Análise de verticalização de produtos	66
3.2.6	Etapa 6: Análise técnica-econômica	67
3.3	COLETA DE DADOS	67
4	APLICAÇÃO DAS ETAPAS PROPOSTAS	68
4.1	COLETA DE DADOS ATUAIS PARA BASE DE DADOS DE CÁLCULO.....	68
4.1.1	Volumes de produção, quantidade de operadores e capacidade instalada	68
4.1.2	<i>Lead-time</i> médio e tempo de <i>set-up</i> médio	69
4.1.3	Consumíveis.....	69
4.1.4	Paradas para manutenção corretiva	71
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DO CENÁRIO ATUAL	72
4.2.1	Custos de consumíveis	72
4.2.2	Custos de mão-de-obra.....	73
4.2.3	Custos de paradas de manutenção corretiva e materiais.....	73
4.2.4	Custos com máscaras de furação.....	75
4.2.5	Custos com não qualidade.....	75
4.3	DEFINIÇÃO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NO ESTUDO	76

4.4	IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DO EQUIPAMENTO PROPOSTO	79
4.5	ANÁLISE DE VERTICALIZAÇÃO DE PRODUTOS.....	83
4.6	ANÁLISE TÉCNICA-ECONÔMICA	83
4.6.1	Análise técnica.....	84
4.6.2	Análise econômica.....	84
4.6.2.1	Custo anual uniforme equivalente (CAUE).....	84
4.6.2.2	Valor presente líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR) e <i>Pay-back</i>	85
4.6.2.3	Análise do retorno.....	86
5	CONCLUSÃO.....	87
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A – COMPARATIVO DE CUSTOS ATUAIS E PROPOSTOS, COM OS GANHOS ANUAIS.....	93
	APÊNDICE B – COMPARATIVO DE CUSTOS ITENS COMPRADOS X FABRICADOS.....	94
	APÊNDICE C – FLUXO FINANCEIRO, VPL, TIR E PAY-BACK	95
	ANEXO A – ROTEIRO DE MONTAGEM	96
	ANEXO B – INSTRUÇÃO DE TRABALHO.....	97
	ANEXO C – PLANILHA DE MONTAGEM SEMANAL	98
	ANEXO D – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO	99
	ANEXO E – MODI PARA MONITORAMENTO DE PONTO CRÍTICO	100
	ANEXO F – LEIAUTE SETOR DE FURAÇÃO DE PERFIS	101
	ANEXO G – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÁQUINA DE CORTE A PLASMA.....	102
	ANEXO G – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÁQUINA DE CORTE A PLASMA (CONTINUAÇÃO)	103
	ANEXO H – IMAGEM ILUSTRATIVA DO EQUIPAMENTO FICEP	104
	ANEXO I – LEIAUTE BÁSICO PROPOSTO COM EQUIPAMENTO FICEP	105
	ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4.....	106
	ANEXO L – RELATÓRIO DE CUSTOS DE IMPORTAÇÃO E FRETES.....	113

1 INTRODUÇÃO

A velocidade de reação das empresas aos fatores externos se mostra requisito fundamental para a sobrevivência das mesmas (LIKER, 2005; ZHANG; CHEN, 2006). Em várias ocasiões esta velocidade determina a entrada ou não em um nicho de mercado. Nichos de mercado são constantemente observados pela empresa onde é realizado este estudo, sendo estes historicamente mantenedores da boa saúde financeira da mesma.

Para atendimento destes mercados, observa-se a questão da negociação com fornecedores. Em época de produção alta é possível existirem negociações mais fáceis e mutuamente benéficas com fornecedores. Muitos fatores apontam para que estas negociações vingam, como: volumes altos de compra, bom relacionamento para que haja parceria em futuras prospecções, facilidade em negociar reajustes. Na produção baixa estes fatores têm menor influência nas negociações ou quase nenhuma. Neste cenário, muitas empresas se deparam com a questão de modernizar seus processos a fim de, entre outros objetivos, estarem menos expostas aos fatores externos.

Neste sentido, a Customização em Massa (CM), sendo um conceito de produção, na sua origem é uma forma de organizar a estratégia dos negócios, visando atender as necessidades dos clientes, no seu formato e exatamente no tempo desejado (DAVIS, 1989). A implantação de CM no setor automotivo pode se tornar uma experiência extremamente complexa, dadas as características dos produtos de altos grau de complexidade e valor monetário (HELO et al., 2010).

O presente trabalho visa à análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema automático por Controle Numérico Computadorizado (CNC) no processo de furação de perfis e longarinas, com base nos pressupostos da CM, com a consequente redução de custos e garantindo atendimento rápido às necessidades do cliente, em uma empresa do ramo automotivo de Caxias do Sul, especificamente no setor de furação de perfis e longarinas. No Capítulo 1 é apresentada a contextualização do tema proposto, expostos os objetivos, justificativas, aspectos da empresa em questão e os limites do trabalho. No Capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica, onde são introduzidos conceitos relativos ao tema, abordados por diferentes autores. No Capítulo 3 é apresentada a proposta do trabalho. É exposto então o detalhamento do processo atual, as características da linha de montagem em questão (linha leve), dos produtos contemplados e apresentados os planos de ação para a aplicação da proposta. Por fim, no Capítulo 4 é apresentada a execução da proposta do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Antes de adentrar aos aspectos da CM no setor automotivo, cabe promover um nivelamento de conceitos predecessores a CM. Abaixo se contextualiza Sistema Toyota de Produção (STP).

O STP propôs uma abordagem diferente da que vinha sendo praticada, onde todas as pessoas da fábrica estariam comprometidas com a qualidade, garantindo seu próprio trabalho (LIKER, 2005). Ao se deparar com o problema dos grandes lotes e alto volume de estoque, o STP propôs a produção conforme a necessidade do cliente. As empresas que se voltaram ao STP integram técnicas que trazem alta qualidade, processos *Just in Time* (JIT), reduzem a posição de entrega, estoques reduzidos e menores custos. Uma das premissas do STP é reduzir a linha de tempo que começa com o pedido do cliente e finaliza na expedição do produto pronto. Assim as empresas reagem melhor e mais rapidamente ao mercado (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

Outro ponto importante é a malha rodoviária brasileira. Segundo pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT) pelo relatório gerencial de 2015, o modal de transporte rodoviário apresenta ineficiências na infraestrutura acarretando alto custo operacional de transporte. Esse quadro só se reverterá com comprometimento dos agentes envolvidos, em especial o governo federal. Registra-se, porém, redução dos investimentos federais, ocasionando uma manutenção ineficiente das rodovias, tornando as empresas reféns de um sistema logístico caro e sem perspectiva de melhora.

Cabe a elas então racionalizar seus custos logísticos, ao criar formas para minimizar a dependência desse modal. No ponto de vista deste trabalho, verifica-se que a empresa em questão é dependente de fornecedores de São Paulo, os quais fornecem a maior parte dos itens chamados “curva A”, como por exemplo, motor, caixa de câmbio, eixos de tração e os itens foco deste trabalho, perfis e longarinas. Sendo que na proposta deste trabalho, a redução de fretes, e seus respectivos custos, serão consequência da mesma.

Tratando-se de otimização e modernização do processo e na busca de meios para aumentar sua resiliência frente às ameaças do mercado, obviamente se fala em investimentos. Desta forma é indispensável às empresas a análise das alternativas de investimento, apresentando estudo de viabilidade técnica-econômica, utilizando para tanto técnicas de engenharia econômica (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

1.2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho é desenvolvido na empresa Agrale S.A. em sua unidade 2, na linha de montagem de chassis leves para ônibus e caminhões com Peso Bruto Total (PBT) até dez toneladas, especificamente no setor de furação de perfis e longarinas. A escolha deste setor se deu aos seguintes pontos:

- a) é um gargalo produtivo: além de se tratar do primeiro processo da construção de um chassi, o que já é um fato que traz a sua importância, o setor é o primeiro a sofrer com a eventual desinformação do Planejamento e Controle da Produção (PCP), criando *delays* na produção;
- b) é alvo histórico de desabastecimentos: por tudo que se pôs na contextualização, não é incomum o atraso dos fornecedores;
- c) possui o maior *mix* de produtos: as possíveis paradas de linha por desabastecimento só não são maiores devido a esta linha possuir o maior *mix* de produtos da unidade 2, o que possibilita inversões de sequenciamento, reduzindo o impacto. Nesta mesma linha são produzidos chassis leves para ônibus e caminhões com motor avançado e chassis de utilitários 4x4. Porém não se elimina a perda de produtividade;
- d) por ser um processo antigo: apesar de lucrativo, o processo em si é o mesmo há muitos anos. Apesar de uma forte atuação do departamento de Engenharia de Processos, com melhoria contínua, é possível atualizá-lo para um sistema mais confiável e moderno;
- e) *set-up*: possui um alto tempo de *set-up*.

Em outrora, na produção em alta, determinados mercados eram atendidos de forma insatisfatória, por vários fatores: inviabilidade financeira, desinteresse do mercado em questão pelo menor volume solicitado ou por existir um cliente com maior volume a ser atendido, por menor retorno financeiro, entre outros. Como já citado, o Brasil é dependente da malha rodoviária, e sempre haverá necessidade de produtos deste tipo, apesar de o momento não permitir o mercado assumir grandes riscos. Na situação econômica que se vive, praticamente inexistente o descarte de clientes. Assim, este trabalho se justifica na medida de maximizar o poder de absorção da empresa para estes clientes e minimizar os impactos de negociações inférteis com fornecedores, devendo estar atenta às necessidades dos clientes e estar predisposta a enxergar as melhorias como investimentos e não como custos.

Desta forma, utilizando-se dos pressupostos da CM e ciente deste sentido de canalizar esforços para derrubada de barreiras para a absorção de mercados, uma empresa trefiladora de aços, verificou que seus produtos apresentavam durações curtas se transformando rapidamente em obsoletos, cabendo ao departamento comercial estreitar relações com clientes, construindo uma forma de comunicação que reduza perdas de materiais. Pôde-se ainda verificar que os fatores preponderantes para o sucesso de um sistema baseado em CM são o Planejamento e Controle de Manutenção (PCM), confiabilidade das informações da empresa para com as redes de parceiros e PCP comprometido. Nesse estudo, após verificação de projeções de vendas, orçamentos de produção e custeio, detalhamento junto à engenharia e alocação de carga-máquina, viabilizou-se um aumento de produção e vendas de 37,5% (KYRILLOS et al., 2015).

Sendo um dos focos deste trabalho a obtenção de melhor qualidade juntamente a CM, dentro da Agrale S.A., pode-se validar o uso destes dois itens pelo estudo de Vidor e Fogliatto (2013), o qual dentre uma vasta pesquisa, teve como um de seus objetos estudar a ótica de empresas entrevistadas com relação às suas escolhas de parceiros de desenvolvimento, dentre elas a Marcopolo. Desde 1998 a Agrale em parceria com a Marcopolo tem o produto Volare, que é um micro-ônibus com chassi Agrale (VOLARE, 2016). Como verificado no estudo, a Marcopolo preza pela qualidade como fator preponderante para o estabelecimento de parcerias. Tem-se aí, dada a classificação de parceiro de desenvolvimento como o mais alto nível de customização, disposta por Vidor e Fogliatto (2013), uma justificativa de aplicação da CM com objetivo de atender melhor o cliente/parceiro e estreitar a longa e lucrativa parceria existente entre Agrale e Marcopolo, pautando pela qualidade e prazo de entrega.

Na linha leve, onde se encontra o setor do estudo, tem-se um percentual de produtos com perfis vindos prontos furados do fornecedor e outro percentual somente perfis com furação interna na empresa, ou seja, é uma integração parcial (PORTER, 2004). Com isso é muito difícil estabelecer um tempo padrão para esta operação, pois existem perfis de diferentes tamanhos e quantidades de furos. Portanto, tem-se aí mais uma justificativa para a automação do processo, aproximar de forma mais fiel o balanceamento da linha como um todo.

Outro foco deste trabalho, a análise técnico-econômica, justifica-se na medida em que os recursos de produção se reduzem frente ao aumento, potencialmente ilimitado, das necessidades humanas. Desta forma, é justificável que exista a Análise de Investimentos (AI) como disciplina fundamental para a garantia de que, acima dos estudos de melhorias de

processos e operações, haja a garantia de que o investimento proposto tenha resultado, prioritariamente monetário, e de que atenda qualquer nova necessidade com o mínimo recurso possível (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; HESS et al., 1975), em outras palavras, o sucesso em satisfazer essa nova necessidade se dê com a maneira mais econômica possível e também do concorrente, frente a escassez de recursos (KASSAI et al., 2005; MOTTA; CALÔBA, 2002).

A maior parte dos estudos de CM foca na engenharia de produto, a fim de modularizar as versões de produtos, agrupando-os por família. Na Agrale, esta padronização por meio da engenharia de produto é um tema que, apesar de presente e assíduo nas discussões, encontra-se distante de uma resolução satisfatória e, mesmo que venha a ser efetivada em grau maior do que hoje, oferece indícios que no decorrer do tempo irá perecer de manutenção contínua do tema, dada a grande carga de trabalho de tal setor da empresa. Com isso, este trabalho se justifica em aplicar CM no processo de fabricação, garantindo assim, mesmo que se distanciando da engenharia de produto, uma solução satisfatória para o problema em questão.

Além destes fatores, uma outra justificativa presente neste trabalho diz respeito a Verticalização de Processos (VP), onde ao fazê-la pode-se atingir determinadas melhorias como redução da dependência de fornecedores, garantia da qualidade e atendimento rápido ao cliente (VASCONCELLOS, 2002).

1.3 OBJETIVOS

Nesta etapa apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é realizar a análise de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas de chassis leves para ônibus e caminhões com PBT até dez toneladas, com base nos pressupostos da CM.

1.3.2 Objetivos específicos

Para atendimento do objetivo geral, o presente trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar a quantificação dos custos do cenário atual;
- b) realizar a quantificação dos custos e ganhos do cenário proposto;
- c) realizar a análise de viabilidade técnica e econômica com base em conceitos de análise de investimento.

1.4 PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE ESTÁGIO

A Agrisa - Indústria Gaúcha de Implementos e Maquinários Agrícolas S.A. - teve fundação em 1962 na produção de motores diesel e motocultivadores diesel em Porto Alegre. Três anos depois a Agrisa passou a responder pelo controle acionário do Grupo Francisco Stédile, o qual passou a denominá-la Agrale S.A. Tratores e Motores (AGRALE, 2016a).

A Agrale S.A. é a empresa líder do Grupo Francisco Stédile, que engloba também as empresas Agritech Lavrale S.A., Fundituba e Fazenda Três Rios. Agrale e suas subsidiárias (Agrale Argentina, Agrale Comercial e Lintec) produzem em modernas linhas de tratores, caminhões, chassis para ônibus, utilitários 4x4, motores e grupos geradores. Devido à crise econômica, o ano de 2015 foi muito abaixo dos anos anteriores com relação a faturamento e o ano de 2016 encerrou próximo ao de 2015 (AGRALE, 2016b).

Assim como boa parte das indústrias de Caxias do Sul, a Agrale vem aumentando suas exportações e criando novas parcerias. Neste ano a Agrale fechou acordo com a Foton Aumark do Brasil para montar, em sua unidade 2, os caminhões leves da marca chinesa. Pelo contrato, ela será responsável por toda a operação de produção, que envolve desde o recebimento de componentes, passando pela montagem, testes e controles de qualidade, até a entrega do produto final pronto para embarque (AGRALE, 2016a).

A Agrale tem cinco unidades fabris: unidade 1, onde é feita toda administração do negócio e a montagem de tratores, motores, grupos geradores e fabricação de peças e componentes para os demais produtos produzidos nas outras unidades; unidade 2, possui linhas de montagem de chassis leves (até 10 toneladas de PBT), chassis médios (até 17 toneladas de PBT), caminhões e utilitários; unidade 3, produz cabines de caminhões e utilitários e componentes para veículos e tratores; unidade Agrale Argentina, é a central de distribuição para a Argentina e possui uma linha de montagem de veículos e uma de tratores; e a unidade Agrale São Mateus no Espírito Santo, também com uma linha de montagem de veículos (AGRALE, 2016a).

Segue Figura 1 com os principais produtos Agrale.

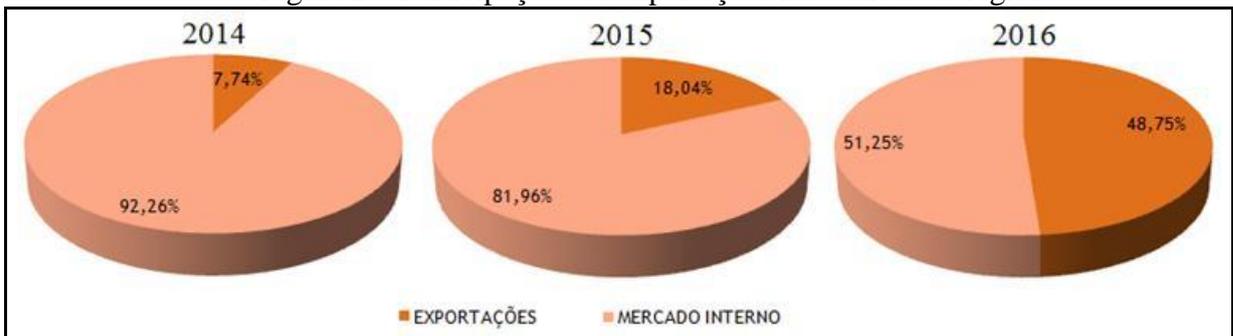
Figura 1 – Principais Produtos Agrale S.A.



Fonte: Agrale (2016b).

A unidade 2 da Agrale foi inaugurada em 1985, sendo na época então denominada Unidade de montagem de veículos, porém produzindo apenas caminhões. Em 1996 foram desenvolvidos os primeiros chassis para ônibus, instalando-se a linha de montagem leve, a qual vem até hoje sendo modernizada, otimizada e adequada às novas necessidades, sendo a linha com maior volume e *mix* de produção entre todas as linhas da unidade 2. Esta linha produz chassis até 10 toneladas, com chassis para ônibus, caminhões e chassis para utilitários 4x4. Hoje ela atende todos os mercados em que a Agrale atua, sendo que a partir de 2015 vem aumentando consideravelmente a produção de veículos para exportação, conforme Figura 2. Estes mercados externos normalmente possuem customização exclusiva (AGRALE, 2016b).

Figura 2 – Participação das exportações nas vendas da Agrale



Fonte: Agrale (2016b).

O trabalho é realizado na unidade 2, na linha leve, especificamente no setor de furação de perfis e longarinas, com envolvimento primário da Programação e Controle da Produção, Engenharia de Processos e Manufatura. O setor possui 05 funcionários, sendo montadores/operadores de furadeira. O PCP converte os planos de montagem em Ficha de Identificação do Produto (FIP), estabelece prioridades, faz o sequenciamento da linha de montagem, dá manutenção nas ordens de produção, trabalha com listas de faltas de peças para

minimizar os impactos na montagem, faz a ponte entre a engenharia de produto, engenharia de processos e a manufatura, dentre outras funções.

1.5 ABORDAGEM METODOLÓGICA E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo analisa a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas, com base nos pressupostos da CM, utilizando conceitos e técnicas de engenharia econômica.

A proposta é de substituição das furadeiras manuais existentes pelo sistema automático de furação por CNC.

A metodologia de pesquisa foi a pesquisa-ação, pois o trabalho se utilizou do ciclo básico da investigação-ação: investigar, avaliar, refletir, planejar, agir, monitorar e descrever, reiniciando o ciclo (TRIPP, 2005), com o autor participando ativamente do trabalho, com o objetivo de alterar o *status quo*.

As informações coletadas vêm do próprio setor de perfis e longarinas, da engenharia de processos, da engenharia de produto, de compras, de custos e do setor de manutenção. Utilizam-se as mesmas para conformar a proposta de intervenção.

O presente estudo ocorre no segundo semestre de 2016 e no primeiro semestre de 2017, na empresa Agrale S.A., unidade 2, em Caxias do Sul, na linha montagem para veículos leves (até 10 toneladas), linha leve, especificamente no setor de furação de perfis e longarinas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é construída a fundamentação teórica pesquisada e assimilada. Terão espaço aqui análises das ideias de diversos autores de destaque em seus determinados temas e abordagens, estando presentes as sínteses fundamentais para o entendimento e desenvolvimento do trabalho.

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O STP advém do ajuste do sistema chamado ocidental para a realidade japonesa, reduzindo desperdícios e má qualidade (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

Os pilares do STP são o *Just in time* e a autonomação ou *Jidoka* (GUINATO, 1995; LIKER, 2005). *Just in time* significa que os recursos necessários, sejam ferramentais ou componentes, cheguem à linha de montagem somente na quantidade e no momento necessários, sem estoques. Autonomação entende-se por um conjunto de redundâncias supervisoras antes da execução da tarefa em si (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

O STP tem por um de seus princípios o nivelamento da produção ou *Heijunka* (LIKER, 2005). A produção deve ter um fluxo de produção contínuo, sincronizado, com padrão repetitivo, unitário (LIKER, 2005; OHNO, 1997) e um *takt-time* balanceado durante o dia (LIKER, 2005).

Os sistemas modernos de manufatura, como o STP, tendem a buscar cada vez menores lotes e tolerâncias, melhorando a qualidade e sofisticação (BLACK, 1998; LIKER, 2005), atingindo resposta mais rápida às variações de mercado, buscando na medida do possível a produção puxada (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

A filosofia do STP é a otimização da organização para satisfazer as necessidades do cliente no menor tempo, maior qualidade e menor custo (LIKER, 2005; OHNO, 1997), simultaneamente ao aumento da moral, segurança, confiança, estabilidade, bem estar, crescimento, aprendizado e valorização de seus colaboradores (GUINATO, 1995; LIKER, 2005; UDDIN; HOSSAIN, 2015), promovendo a integração da manufatura e demais blocos da organização (BLACK, 1998; OHNO, 1997). Porém o STP deve ser observado sistemicamente, demandando um completo entendimento de sua natureza, incorporando-se à cultura da empresa (GUINATO, 1995; LIKER, 2005). Dentre as filosofias do STP pode-se resumi-las no Diagrama Casa do STP na Figura 3.

Figura 3 – Diagrama Casa do STP



Fonte: Liker (2005, p. 51).

2.1.1 A filosofia *Just in Time* (JIT)

A maior parte das publicações não define o JIT como ciência, mas como uma técnica para transformar a realidade, pois não estabelece teorias, leis ou hipóteses (GUINATO, 1995). A origem do JIT veio de dois problemas enfrentados por Ohno, ambos por falta de recursos. O primeiro foi que não tinha como investir em fábricas muito grandes e manter estoques altos. E o segundo que não tinha como investir em sistemas de informática caros para implantação de um PCP baseado em *Manufacturing Resources Planning* (MRP) (produção empurrada). Assim propôs um sistema o qual quem determinaria o ritmo da produção seria a demanda de clientes e não a capacidade da fábrica (RAGO et al., 2003), ou seja, observar o processo de trás pra frente (OHNO, 1997).

Tal filosofia determina que se o componente chegar muito antes ou depois do momento certo, existe um problema para a organização (OHNO, 1997). No processo JIT o posto de trabalho que consome o componente deve acionar a movimentação de mais material, pelo fornecedor anterior, e assim sucessivamente. Quem determina o que se faz na fábrica toda é o posto de montagem final (RAGO et al., 2003). Com o pensamento JIT a fábrica se autoriza a buscar estoque zero (OHNO, 1997), pois a probabilidade de produção de grandes estoques é reduzida (RAGO et al., 2003).

Para Black (1998), o JIT engloba diversos esforços em múltiplas áreas da empresa, não só a produção. Nessa linha, Ohno (1997) diz que é um sistema que exige muita disciplina para que se colham resultados satisfatórios e é muito difícil aplicar integralmente o JIT, pois podem ocorrer muitas falhas, com os problemas se multiplicando. Embora seja razoável que toda empresa busque a produção somente do pedido vendido (LIKER, 2005; RAGO et al., 2003), permanecem poucas evidências que um sistema 100% JIT renda o esperado (RAGO et al., 2003). Porém permanece a premissa de que as empresas devem estender a filosofia JIT aos fornecedores, encorajando-os a buscar menor custo, menor prazo e maior qualidade (BLACK, 1998; LIKER, 2005).

2.1.2 Autonomia

O segundo pilar do STP é a autonomia. Pode-se afirmar que o conceito de autonomia foi implementado por Ohno na intenção de que um operador pudesse operar mais de uma máquina simultaneamente, aumentando sua produtividade (GUINATO, 1995; OHNO, 1997). Normalmente com um sistema com autonomia implementada, se algum erro ocorrer, a máquina e o operador devem parar e reportar para evitar produto não conforme de seguir adiante (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

Antes de conceituar autonomia, cabe um nivelamento sobre o conceito de automação. Para Black (1998), todo trabalho tem dois requisitos básicos: energia e informação, vindo ambos da mesma origem, um ser humano ou um substituto. Quanto mais a máquina absorve atributos que deveriam ser humanos, mais alto será seu nível de automação. Para ele a automação é um meio, não somente para evitar o toque humano, mas para quando o aumento da eficiência não se alcança mais por processos manuais.

As máquinas, segundo Black (1998), possuem 10 níveis de automação, desde A(0) (nível mais baixo - máquinas e ferramentas manuais) até A(9) (supermáquinas com absorção completa de todos atributos humanos, normalmente computacionais).

Como já citado, para Ohno (1997), um sistema autônomo deve integrar regras que supervisionam o processo, as quais impedirão o produto defeituoso de continuar, parando a máquina. Consiste em dar autonomia ao operador para parar o processo quando percebida uma anormalidade, impedindo a rota de não conformidades (GUINATO, 1995; LIKER, 2005).

Não é incorreto afirmar que autonomia é ligada a automação, porém ela tem muito mais ligação com a palavra autonomia (GUINATO, 1995). Portanto, para Guinato (1995), a

automação deve estar presente sempre com a meta de evitar a ocorrência de erros, parando a produção ou prevenindo que os mesmos aconteçam. É correto também afirmar que nenhum processo deve ganhar automação ou tecnologia, sem antes ser otimizado completamente pelos meios manuais (LIKER, 2005).

2.1.3 Conceito de perdas

Um conceito fundamental da manufatura enxuta ou *lean production* (uma das terminologias do STP) (LIKER, 2005) é a separação de processo de agregação de valor do processo de perda (RAGO et al., 2003), este último conhecido como *muda* (perda) (LIKER, 2005).

Um dos objetivos primários do STP foi identificar esses processos de perda. São eles, totalizando 08 itens: superprodução, espera, transporte, movimentos, processamento, inventário, produção de defeitos (RAGO et al., 2003) e mais um acrescido por Liker (2005), o desperdício da criatividade dos funcionários.

O principal processo de perda é o da superprodução, pois, dentre outros problemas, com *buffers* intermediários, quando uma máquina para de operar, esses estoques mantém o sistema em funcionamento, eliminando o senso de urgência necessário para a correção do problema. Elimina também o senso de acertar na primeira tentativa, quando o operador não vê necessidade disso, pois tem estoque abundante (BLACK; 1998; LIKER, 2005; OHNO, 1997; RAGO et al., 2003),

Diversas ações cabem para a redução das perdas, mas o principal ponto é o entendimento que o maior percentual em um produto é o de perda e não o de agregação de valor, ou seja, o esforço deve se dar no intuito de aumentar o de agregação de valor (LIKER, 2005; OHNO, 1997).

2.1.4 O Mecanismo da Função Produção

Um dos conceitos mais básicos a serem compreendidos em uma fábrica, mas muitas vezes confundidos, é a diferenciação de processo e operação. Mesmo estando unidos por “nós” na produção, devem ser analisados separadamente (ANTUNES JR., 1994; SHINGO, 1996). Pode-se resumir sob duas óticas, o que garante essa diferenciação: observar o fluxo do material em si desde a Matéria-Prima (MP) até produto final no tempo e no espaço, representam os processos; observar o fluxo de pessoas e equipamentos, transformando a

matéria-prima no tempo e no espaço, representam as operações (ANTUNES JR., 1994; SHINGO, 1996).

Com a união em determinados pontos no caminho do processo e as operações tem-se o chamado Mecanismo da Função Produção.

2.1.4.1 Processo

Para Antunes Jr. (1994) e Shingo (1996) um processo (fluxo de materiais no tempo e no espaço) abrange quatro categorias de análise:

- a) processamento: transformação da MP e materiais, como exemplo solda, usinagem, montagem, melhoramento da qualidade (ex. zincagem);
- b) inspeção: comparação da MP ou material com um padrão determinado;
- c) transporte: mudança de posição ou localização da MP ou material;
- d) estoque ou espera: períodos de tempo em que não está ocorrendo nenhum dos anteriores, considerando também estoque de produto final pronto.

Para atingir uma melhoria de processos existem duas formas: primeiramente o estudo da melhoria do projeto do produto (reduzir custos mantendo a qualidade) ou estudo da melhoria da fabricação em si (SHINGO, 1996).

2.1.4.2 Operação

Para Antunes Jr. (1994) e Shingo (1996), uma operação é o trabalho em si. Este trabalho, tido como tarefa, é classificado em operação de preparação e operação principal.

A operação de preparação é basicamente o *set-up* da operação, o ajuste para a operação. Dentre as operações principais tem-se quatro operações essenciais e quatro operações auxiliares:

- a) operação essencial de processamento: montagem e fabricação;
- b) operação essencial de inspeção: observação da qualidade;
- c) operação essencial de transporte: troca de posição dos produtos a nível de chão de fábrica;
- d) operação essencial de estocagem: estocar peças na prateleira;
- e) operação auxiliar de processamento: colocar ou retirar materiais na máquina antes ou após da operação;

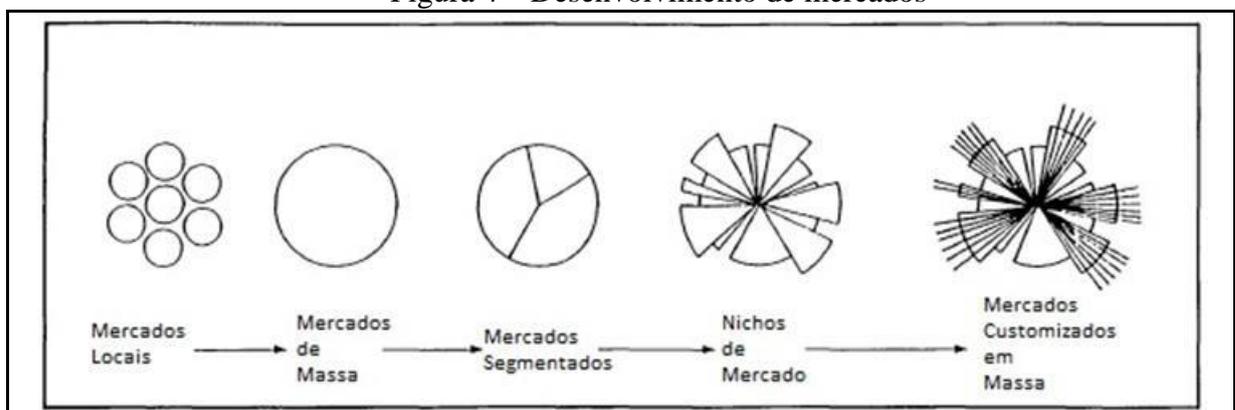
- f) operação auxiliar de inspeção: preparação dos instrumentos e produto antes inspeção propriamente dita;
- g) operação auxiliar de transporte: carregamento e descarregamento de material, antes do posicionamento efetivo descrito no item c);
- h) operação auxiliar estocagem: colocar e remover peças no estoque;

Para atingir uma melhoria de operação é necessário entendimento de operação de preparação interna (máquina parada) ou externa (máquina pode estar em operação). Em seguida deve se buscar o máximo de conversão de interna para externa. Eliminar ajustes desnecessários e buscar autonomia. Por fim deve-se buscar alguma automação, mas não sem antes fazer todos os passos anteriores (SHINGO, 1996), como já dito na seção 2.1.2 por Liker (2005).

2.2 ESTRATÉGIA DE NEGÓCIOS DAS EMPRESAS

É necessário que as pessoas estejam completamente familiarizadas com a tecnologia empregada na empresa. Isso afetará as considerações para com o produto, o sistema de manufatura, o controle do mesmo, a preparação das pessoas e as matérias-primas utilizadas. Ocorrendo falha nesse entendimento, é bem provável que leve a empresa à falência (BLACK, 1998). Na seção 2.4 estuda-se o posicionamento das empresas quanto a sua estratégia de produção, mas cabe nesta seção uma ilustração quanto a sua estratégia de atuação nos mercados, ou seja, sua estratégia de vendas. Para Davis (1989), os mercados tradicionalmente estão divididos em: (a) mercados locais, (b) mercados de massa, (c) mercados segmentados, (d) nichos de mercado e (e) mercados customizados em massa. A Figura 4 ilustra essa crescente.

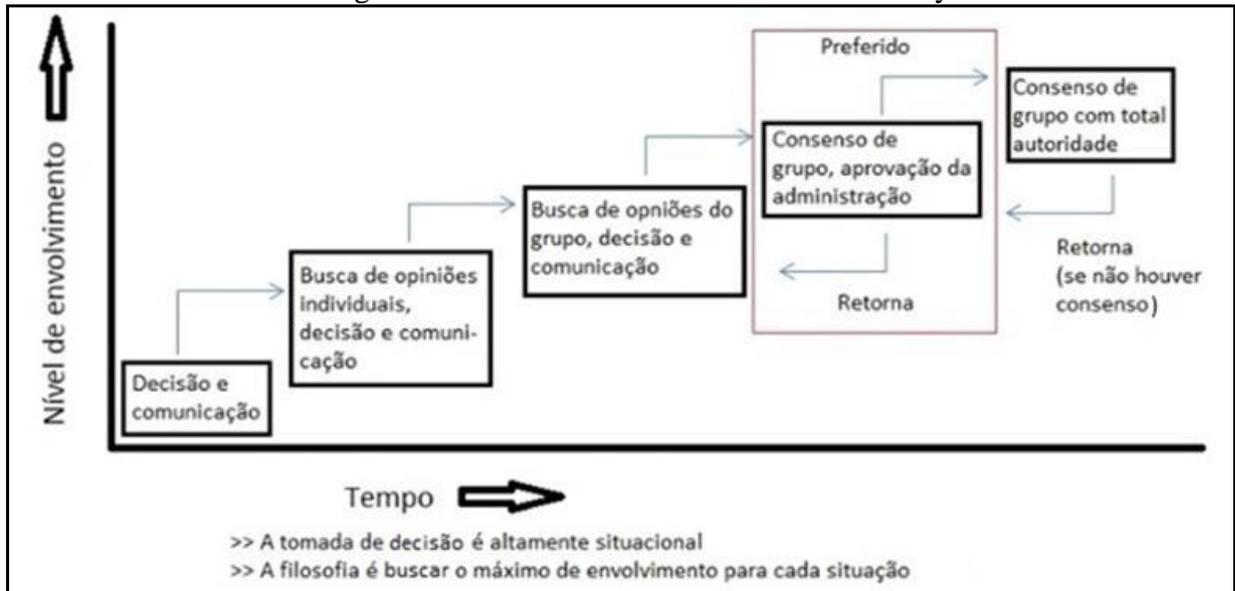
Figura 4 – Desenvolvimento de mercados



Fonte: Adaptado de Davis (1989, p. 20).

Dentre os vários autores estudiosos de sistemas de tomada de decisão (TORRES JÚNIOR, 2010), pode-se resumi-los pela ferramenta do *nemawashi* do STP, onde as decisões em geral são tomadas por um processo lento e consensual, considerando diversos elementos, tanto analíticos e estatísticos quanto qualitativos e com base emotiva (LIKER, 2005). A Figura 5 ilustra tal método.

Figura 5 – Método de tomada de decisão na Toyota



Fonte: Adaptado de Liker (2005, p. 238).

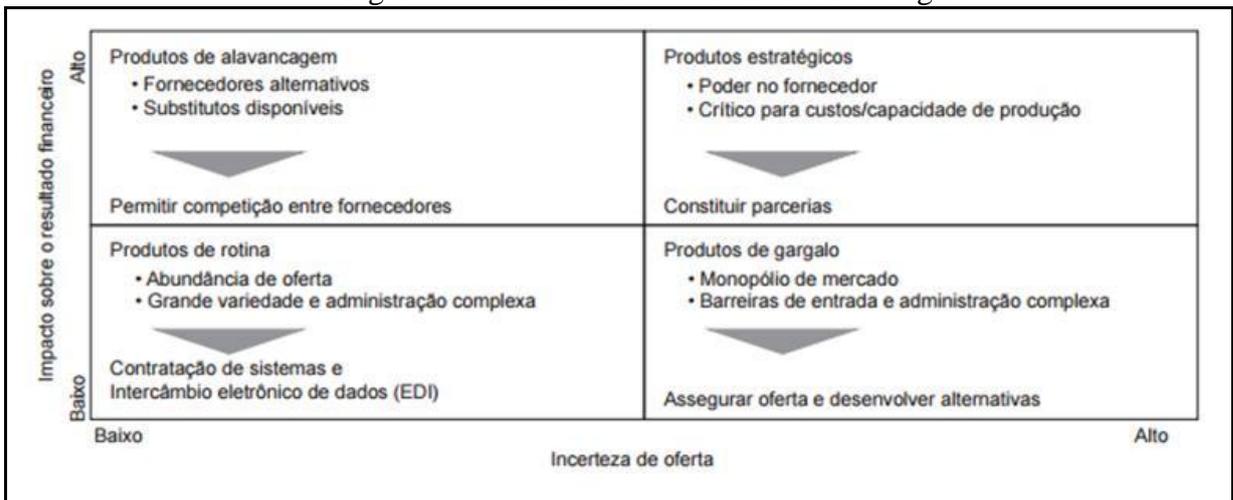
A estratégia das empresas de investir em novas tecnologias é correta quando estas realmente apoiarão processos, pessoas e valores da empresa, e somente após plena avaliação por uma grande gama de pessoas. Dentre novas tecnologias pode-se citar a da informação, onde facilmente uma empresa irá parar se seu sistema de computadores e servidores parar. E no decorrer do tempo essas tecnologias devem se adaptar à empresa, e não o inverso (LIKER, 2005). Na era moderna da CM, com a impossibilidade de as empresas se planejarem com muita antecedência, pode-se observar o fenômeno da miopia de decisão, que significa não enxergar adiante na linha do tempo (MOURTZIS; DOUKAS, 2014), admitindo-se uma metodologia de análise de suas consequências, revisão dos processos e aprendizado com os erros (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Há um percentual típico de comprometimento entre os gastos de uma empresa metal-mecânica: 56% de materiais comprados, 21% outras despesas, 19% salários e benefícios e apenas 4% de lucro. Na proposta deste trabalho se atacam direta ou indiretamente os três primeiros, resultando em aumento do quarto. Portanto é estratégico para a empresa tomar essa

decisão: investir em equipamento ou melhorá-lo, estudar o Retorno Sobre Investimento (RSI), estudar os riscos provenientes e determinar os resultados destes itens no produto final e no resultado da empresa (CLARK;WHEELWRIGHT, 1992).

Portanto, com base em um dos focos do trabalho, pode-se ilustrar na Figura 6, a matriz de posicionamento estratégico, onde se resume o posicionamento dos materiais, processos e estratégias tomadas pela empresa.

Figura 6 – Matriz de Posicionamento Estratégico



Fonte: Clark e Wheelwright (1992, p. 113)

Ainda no tema, é possível salientar que boa parte das decisões de uma empresa passe por plena avaliação das alternativas de investimento, o que, dentro de sua estratégia de negócios, em conjunto com resultados puramente numéricos da engenharia econômica e AI, proporciona embasamento para a dita tomada de decisão, aceitando algum grau de incerteza e risco (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2010; HESS et al., 1975; MOTTA; CALÔBA, 2002). O tema AI é visto com detalhe na seção 2.4.

2.3 CUSTOMIZAÇÃO EM MASSA

A CM se mostra tão importante, que até mesmo Henry Ford, que não permitia grandes modificações em sua plataforma, idealizou seu carro universal, porém permitindo certa facilidade de personalização (POMPERMAYER, 2000; WILSON, 1995). Estimava que o mercado devesse ser atendido com 95% de produtos por Produção em Massa (PM) e 5% por personalização. A esse percentual, tinha uma proposta de mais de 5000 acessórios, porém sendo a maior parte deles decorativos por natureza (ALIZON; SHOOTER; SIMPSON, 2009).

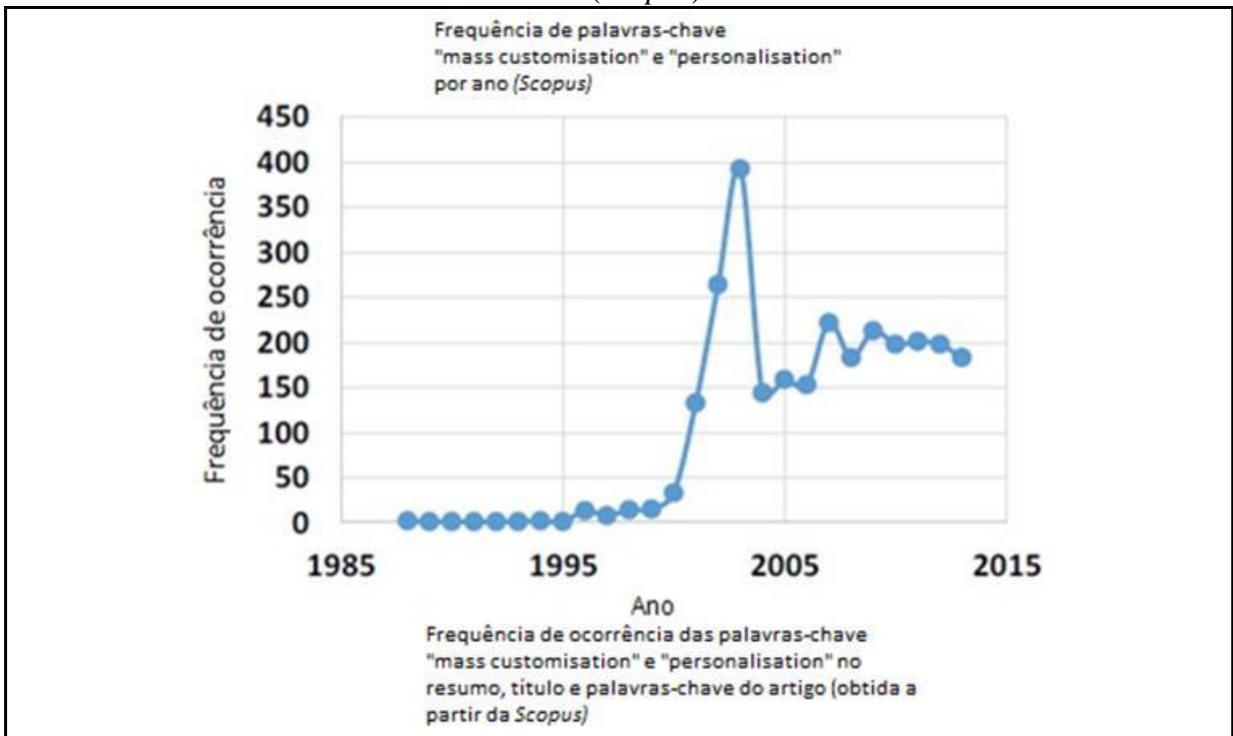
Assim Ford se definia como PM. Esse exemplo de definição, como já citado, é determinado pelo processo de produção da empresa, dependendo também da sua estratégia de negócios (BLACK, 1998), combinando fatores humanos e tecnológicos (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Os paradigmas da CM estão em superar o desafio do maior custo do lote unitário, característica inerente a CM, em relação ao lote de volume, inerente a PM e desmistificar a ideia de que a qualidade e custo caminham em direções opostas, que sempre existe um em detrimento do outro (DAVIS, 1989).

Para Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) e Vidor e Fogliatto (2013) o estudo da CM, apesar de crescente, ainda não está em seu estado da arte e com tópicos circundantes a ela aparentemente desconexos, o que leva a acreditar que o tema deve ganhar atenção crescente das publicações.

Argumento a favor disso é a Figura 7 mostrando a frequência de palavras-chave “*mass customisation*” e “*personalisation*” no decorrer dos anos, pela base de dados *Scopus*.

Figura 7 – Frequência de palavras-chave “*mass customisation*” e “*personalisation*” por ano (*Scopus*)



Fonte: Adaptado de Mourtzis e Doukas (2014, p. 2).

Desde 1985 até 1999 há certa regularidade, porém do ano 2000 a 2003 há uma explosão de consultas e um pico no ano de 2003. Em seguida, a regularidade se estabelece novamente em um patamar muito mais elevado, permanecendo até o ano de 2014.

As empresas podem ser classificadas segundo sua estratégia de produção em quatro categorias: PM, produção enxuta, CM e manufatura especializada (VIDOR; FOGLIATTO, 2013). A CM surgiu em 1980 como forma de acompanhamento aos crescentes incrementos de flexibilidade e otimização dos processos, alcançando melhores níveis de qualidade e custos razoavelmente semelhantes aos da PM, obviamente mantendo a viabilidade econômica (DAVIS, 1989; DURAY, 2002; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; HELO et al., 2010; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; THALLMAIER, 2015; TSENG; RADKE, 2010) e que, mais ainda, para sustentar a CM, a empresa deve entender que os processos para tal são sempre mutantes e que os tradicionais não atendem (VIDOR; FOGLIATTO, 2013). Para Duray (2002), se uma empresa não tem contato com o cliente ou não possui algum grau de modularização, não está praticando CM.

Para Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) a CM se justifica na medida de três itens:

- a) o avanço das tecnologias de processamento proporciona maior variedade a menor custo;
- b) os nichos de mercados estão cada vez mais amplos e globalizados, não permitindo desenvolver estratégias somente para eles. “Segmentação não é uma maneira muito refinada de diferenciar mercados.” (DAVIS, 1989, p. 19);
- c) o ciclo de vida dos produtos cada vez menores (MOURTZIS; DOUKAS, 2014).

A empresa deve buscar o ponto ótimo entre custo, tempo e qualidade (DAVIS, 1989; THALLMAIER, 2015; VIDOR; FOGLIATTO, 2013), visto que a CM não consegue competir em volume e custo com a PM, mas na maior parte dos casos apresenta resultado financeiro maior para a empresa (DURAY, 2002; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; THALLMAIER, 2015).

A CM é uma estratégia de negócio que pode ser descrita pelo *trade-off* que a empresa assume entre benefícios e riscos, ou seja, tudo que pode dar errado em prol de tudo que pode dar certo, a fim de estabelecer um valor percebido pelo cliente (THALLMAIER, 2015).

Nas seções a seguir é aprofundada a CM, juntamente com a estratificação dos seus tópicos.

2.3.1 Níveis de customização

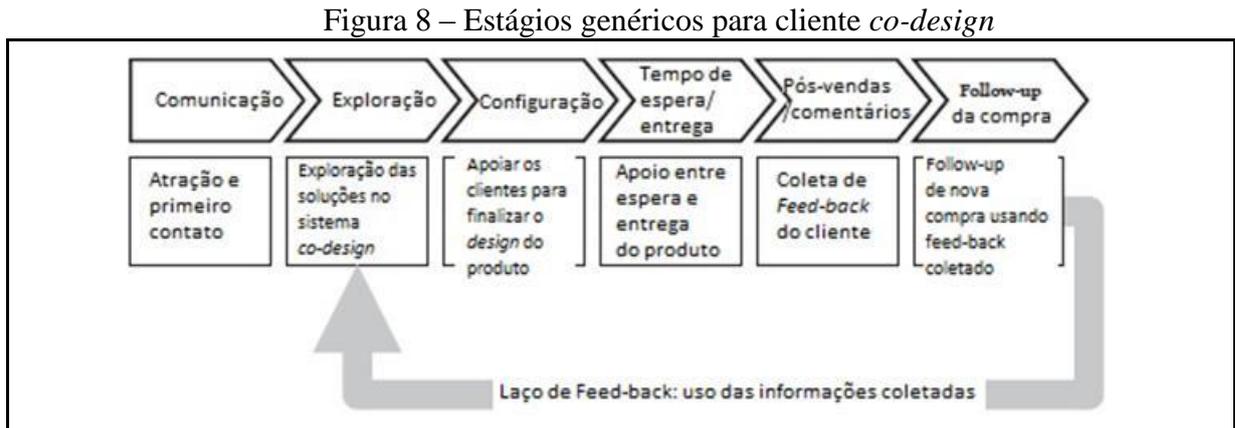
Para Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) pode-se categorizar oito níveis de customização. Estes níveis seguem uma progressão da migração de PM para CM, e também uma progressão do envolvimento do cliente na produção do produto (DURAY, 2002):

- b) padronização: é a padronização pura, sem intervenção do cliente em nenhum momento. Ainda é útil em algumas áreas fabris;
- c) adaptação ao uso: o produto é alterado/adaptado somente após entrega. O cliente pode adaptar o produto ao uso;
- d) embalagem e distribuição: o produto recebe apenas uma embalagem e forma de distribuição alternativa, diferenciadas para cada cliente. O produto em si, é o mesmo;
- e) serviços adicionais: nível onde existe resposta rápida ao cliente após a entrega, em qualquer que seja sua necessidade adicional. “Padronizar a mercadoria e personalizar os serviços que a rodeiam.” (DAVIS, 1989, p. 19);
- f) serviços adicionais de customização: nível onde existe um trabalho adicional de customização do produto no ponto de entrega. “Forneça ponto de personalização de entrega.” (DURAY, 2002, p. 315);
- g) montagem: o produto é montado de acordo com as especificações do cliente, porém com componente padrão de uso, ou seja, é uma customização única, mas com peças padrão;
- h) fabricação: o produto é customizado de acordo com as especificações do cliente, sob medida, mas baseado em projetos básicos pré-determinados. “Crie produtos personalizados.” (DURAY, 2002, p. 315);
- i) projeto: o cliente é envolvido desde o pedido até o produto pronto. Ele colabora com o projeto, participa das escolhas, por vezes fornece determinados componentes (TSENG; RADKE, 2010). Como resultado recebe um produto único, exclusivo, individual e dedicado às suas necessidades exclusivas.

Este último nível de projeto, sendo o mais alto, merece detalhamento. Nesse nível até mesmo existe uma conexão emocional do cliente com o produto (HELO et al., 2010). Thallmaier (2015) chama este nível de *co-design*, onde a criatividade do cliente tem parte no produto, e até o entretém, criando um laço de valor percebido, com um sentimento de orgulho pela autoria. Porém o *co-design* pode ser um risco, pois o cliente não domina tecnicamente o produto. Então para se estabelecer no mercado, cabe a cada empresa se situar quanto à sua

estratégia e nível de customização para cada cliente. “O papel do cliente mudou de um comprador de produto para uma entidade integrada no *design* e desenvolvimento do produto” (MOURTZIS; DOUKAS, 2014, p. 1).

Detalha-se na Figura 8 os estágios genéricos de um processo com cliente atuando como *co-design* e customizado em massa.



Fonte: Adaptado de Thallmaier (2015, p. 29)

2.3.2 Fatores de sucesso para CM

Segundo Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) pode-se destacar seis fatores para o sucesso de sistemas baseados em CM:

- a) sacrifício do cliente versus tempo/custo: produtos customizados estão aumentando. O desafio é equilibrar o sacrifício financeiro e espera do cliente em prol do produto customizado e a aceitabilidade do tempo e custo proposto pela empresa. A empresa deve buscar o ponto ótimo entre custo, tempo e qualidade (DAVIS, 1989; DURAY, 2002; THALLMAIER, 2015; VIDOR; FOGLIATTO, 2013) e entender a consequência desta lacuna na reputação do produto e da empresa (HELO et al., 2010). Clientes *co-designers* estão dispostos a pagar de 20% a 30% mais que o cliente comum (THALLMAIER, 2015; TSENG; RADKE, 2010; ZHANG; CHEN, 2006);
- b) visão dos clientes: a vantagem competitiva proporcionada pela CM deve se desenvolver mediante a visão do mercado para a empresa, que passa a ser vista como inovadora e com foco no cliente (THALLMAIER, 2015). Essa visão pode proporcionar vantagem na medida em que seria antevisto o que o cliente quer e se

antecipar à sua necessidade. Para Helo et al. (2010) essa capacidade de antever e responder é vital para o atendimento completo do cliente;

- c) interação com fornecedores: assim como ter uma filosofia enxuta (LIKER, 2005), a CM deve se tornar uma filosofia. Os fornecedores devem estar prontos para assumir junto à empresa o desafio da CM;
- d) atualização tecnológica: algumas formas de CM só existem devido aos avanços da tecnologia. Para Davis (1989), a empresa deve estar atenta à evolução das soluções;
- e) constante atualização do projeto do produto: o produto deve ter estrutura modular, isto é, cada módulo dentro da estrutura de um produto deve ser perfeitamente personalizável. Com esta modularização torna-se mais fácil reagir às alterações desejadas pelo cliente (DURAY, 2002). Na seção 2.4.5 é visto em detalhe o assunto modularização;
- f) difusão do conhecimento: ao assumir que trabalha com CM, a empresa deve preparar meios para a disseminação desta cultura, tanto internamente quanto externamente, à toda cadeia de fornecedores. “A prática de CM não se encaixa na mentalidade convencional de métodos de fabricação.” (DURAY, 2002, p. 314).

Desta forma é aceitável dizer que a CM nem sempre é a melhor estratégia, pois depende da realidade de mercado de cada empresa e algumas podem trabalhar com mais de uma estratégia (DURAY, 2002; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; VIDOR; FOGLIATTO, 2013).

2.3.3 Habilitadores para implementação da CM

Conforme Silveira, Borenstein e Fogliatto (2001) e Mourtzis e Doukas (2014), os fatores de sucesso para CM podem ser atingidos mediante habilitadores. Pode-se dividi-los em duas categorias:

- a) processos e metodologias;
- b) tecnologias facilitadoras.

A categoria processos e metodologias se subdivide em:

- a) manufatura ágil: sistema fabril preparado para competição e mudanças rápidas do mercado. Ter comportamento proativo como requisito fundamental à visão das necessidades dos clientes (MOURTZIS; DOUKAS, 2014);

- b) gestão da cadeia de suprimento: estender a agilidade para toda a cadeia de suprimento. Selecionar e qualificar os fornecedores, proporcionando alta taxa de entrega e colaboração mútua (MOURTZIS; DOUKAS, 2014);
- c) fabricação e *design* voltado para o cliente: estar atento às tendências de mercado e as necessidades individuais de cada cliente, envolvendo-o em todas as etapas do processo, desde projeto, fabricação, até a entrega;
- d) *lean manufacturing*: é primário para um sistema CM, possuir as bases do *lean manufacturing*, que é uma das evoluções do STP, abordado na seção 2.2.

A categoria tecnologias facilitadoras pode ser melhor descrita com seus exemplos de ferramentas de apoio à CM, as chamadas *Advanced Manufacturing Technologies* (AMT):

- a) exemplo 1: CNC;
- b) exemplo 2: *Flexible Manufacturing Systems* – Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS);
- c) exemplo 3: CAD/CAM (*computer-aided design* - desenho assistido por computador/*computer-aided manufacturing* - manufatura assistida por computador);
- d) exemplo 4: Redes de comunicação instantânea com evolução da tecnologia informação;
- e) exemplo 5: Os sistemas integrados de configuração de veículos, IVCS (HELO et al., 2010; TSENG; RADKE, 2010);
- f) exemplo 6: Internet das coisas e tecnologia da nuvem (MOURTZIS; DOUKAS, 2014).

Estes são apenas alguns exemplos. Como já exposto pela categoria processos e metodologias, a busca pela tecnologia não deve ser o único facilitador, isto apenas representa o intuito de estabelecer uma forte atenção das empresas à evolução das tecnologias (DAVIS, 1989; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Via de regra, as novas tecnologias estão voltadas diretamente à gestão da informação, onde todos os setores da empresa, e também de fora dela, estão interligados através de redes de gerenciamento da informação, portanto em pouco tempo isso será requisito fundamental para a sobrevivência das empresas e, mais ainda, para customizar em massa (MOURTZIS; DOUKAS, 2014; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Todos estes facilitadores possibilitam uma enormidade de opções, pois dentre os clientes há aqueles que preferem o toque humano e o “sentir” o produto e aqueles voltados totalmente à imersão digital pela compra também digital (THALLMAIER, 2015).

2.3.4 Controle de qualidade na CM

Os sistemas de Controle de Qualidade (CQ) tradicionalmente trabalham com monitoramento de pontos críticos, haja vista que a maior parte dos processos possui repetibilidade e pode ser transcrito na forma estatística (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Porém na CM isso não é possível devido a sua inerente característica de lote unitário, o que na maioria das vezes não sugere repetibilidade (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; VIDOR; FOGLIATTO, 2013). Estes novos sistemas de CQ para CM devem ser moldados para que suportem a máxima personalização do produto, mantendo a qualidade (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Para Vidor e Fogliatto (2013), os níveis mais baixos de customização ainda podem trabalhar com CQ baseado na correção do erro/produto defeituoso e amostragens, mas aos níveis mais altos o foco deve ser a prevenção dos mesmos, monitorando ambos processo e produto final. Esta escolha reflete a estratégia da empresa, pois além da gestão de custos associados, o CQ em CM implica em curto de espaço de tempo existiam novas demandas de processo, parâmetros e, conseqüentemente, novas rotinas para CQs.

A atualidade dos CQs está no controle do processo e não somente do produto. Para isso utiliza-se de ferramentas como planejamento e avaliação de experimentos e forte otimização de parâmetros (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Ainda dentro de CQ em CM, pode-se falar da confiabilidade dos produtos baseados em CM. Os estudos tradicionais de confiabilidade na maior parte das vezes são realizados em campo, mas também provém de testes laboratoriais e/ou computacionais ou de testes de funcionamento ainda dentro da empresa, sendo, em qualquer hipótese, demorados (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Porém para CM esse processo tradicional não atende, devido a inerente característica de ciclo de vida curto e alta personalização. Assim essa verificação seria dispendiosa em tempo e dinheiro e não oferecia resultado prático em tempo de ciclo de vida do produto (VIDOR; FOGLIATTO, 2013).

Desta forma, a maioria das empresas não tem como relevante a garantia de seu produto customizado (VIDOR; FOGLIATTO, 2013), como já dito, elas apenas trabalham na melhoria e garantia de seu processo interno para que o produto esteja em pleno funcionamento o maior tempo possível na mão do cliente, e a garantia em si seja uma consequência (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Contudo, modelos científicos que amparem os estudos da garantia da qualidade na CM, ainda continuam carentes (VIDOR; MEDEIROS; CRUZ, 2015).

2.3.5 Modularização

Para Davis (1989) tem-se uma alternativa para CM que chama modularização. Antes de adentrar à modularização, um breve conceito de estrutura de produto e seus níveis.

Estrutura de produto, também conhecida como *bill of material* – lista de materiais (BOM), como o nome sugere, é uma lista com todos os sistemas, subsistemas, pré-montagens, componentes e matérias-primas, os quais são necessários para a fabricação de um determinado bem, contendo conexões de precedência (ordem e hierarquia) e a quantidade para cada item. Podem estar associadas a BOM características de cada item como geometria, desenhos, roteiros de processo e montagem e documentos auxiliares de suporte, como o registro de alterações do produto (OLIVEIRA, 1999).

Modularização significa que existe uma estrutura de produto dividida em módulos ou sistemas. A estrutura em si contempla os diversos sistemas do produto, como de alimentação, de freios, de suspensão, etc., sendo esta a estrutura padrão. Dentro de cada sistema é possível existirem variações de opções, porém já com componentes pré-definidos e padronizados. Por exemplo, no sistema de suspensão há opção de molas mais macias ou mais duras, no sistema de freios há opção de freios ABS ou a disco, no sistema de motor há opção de instalar ou não a preparação para ar condicionado, e assim por diante. Para exemplificar, segue Figura 9 com a estrutura de um chassi.

Figura 9 – Estrutura de produto de um chassi

Codigo	Descrição
6025.000.616.00.4	MA9000W EX
1 PC - 6025.000.616.00.4 - MA9000W EX	
1 1,000000 PC 9 10 6025.101.000.20.7 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT MOTOR MA9000W 4800EE EX ABS
1 1,000000 PC 9 20 6025.002.000.08.4 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT CHASSI MA9000W 4800EE EX
1 1,000000 PC 9 30 6025.003.000.00.8 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT EMBREAGEM MA8000W / MA9000W
1 1,000000 PC 9 40 6025.004.000.00.7 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT ACIONAMENTO CAMBIO MA8000W / 9000W
1 1,000000 PC 9 51 6025.005.000.59.2 03/11/2014 *** 31/12/9999	MONT FREIOS MA9000W EX ABS
1 1,000000 PC 9 60 6025.006.000.00.5 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT ALIMENTACAO MA9000W
1 1,000000 PC 9 70 6025.007.000.00.4 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT DIRECAO MA8000W / MA9000W
1 1,000000 PC 9 80 6025.008.000.05.2 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT EXO DIANT DANA 3.2T ABS
1 1,000000 PC 9 90 6025.009.000.23.4 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT EXO TRAS MS13113 4,10:1 L 4800 ABS
1 1,000000 PC 9 101 6020.010.000.02.6 05/06/2013 *** 31/12/9999	MONT RODADOS 215/75R17,5 PIRELLI
1 1,000000 PC 9 110 6025.011.000.14.9 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT ELETRICA MA8000W/MA9000W ABS
1 1,000000 PC 9 121 6025.013.000.12.1 12/08/2013 002 31/12/9999	MONT PLATAFORMA MA9000W
1 1,000000 PC 9 130 6025.014.000.04.7 27/11/2012 001 31/12/9999	MONT SUSPENSAO MA8000W EX / MA9000W EX

Fonte: Agrale (2016b).

Assim “as partes são padronizadas e o produto final é personalizado no final da cadeia” (DAVIS, 1989, p. 18), captando a essência da modularização que é: “cada compra é

personalizada, cada venda é padronizada” (DAVIS, 1989, p. 18). Duray (2002) diz que as empresas que adotam modularização não possuem um alto nível de customização, pois a modularidade restringe as escolhas do cliente pela diminuição da variedade dos componentes, mas é dessa forma que a empresa se torna competitiva. Modularização é a chave para a CM, alcançando economia de escala, pois é necessário restringir algumas variações ao cliente (THALLMAIER, 2015; TSENG; RADKE, 2010).

2.3.6 Melhorias potenciais e adequações para atendimento à CM

Pode-se elencar diversas melhorias futuras ao se implementar um sistema baseado em CM, mas que são fundamentalmente empíricas. A primeira melhoria rapidamente identificada, por uma visão global, é que a CM supera a PM (ZHANG; CHEN, 2006). A PM não reage rapidamente ao mercado, oposto da CM, a qual tem por premissa básica a reação imediata às mudanças do mercado (ZHANG; CHEN, 2006). Contudo, a CM tem reduzida em algum percentual a sua eficiência operacional (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; ZHANG; CHEN, 2006). Essa velocidade de reação é vital para o atendimento das demandas individuais de cada cliente (ZHANG; CHEN, 2006).

A CM, ao ser implementada, em um primeiro momento aumenta custos, devido às numerosas versões de produtos, mas a curto prazo gera maiores lucros, menores custos de marketing, aumento da fidelidade e satisfação dos clientes, além da redução do estoque (THALLMAIER, 2015; ZHANG; CHEN, 2006). Se a empresa tem muito estoque de produto pronto, devido a series de fatores, dentre eles a PM, se obriga a fazer promoções. Sabendo disso, o cliente maduro segura a compra até o máximo possível, reduzindo drasticamente a rentabilidade da empresa (ZHANG; CHEN, 2006).

Para se atingir o completo usufruto da CM, além do aspecto cultural em si (DURAY, 2002), há adequações (ZHANG; CHEN, 2006):

- a) uso do *lean manufacturing*: para aplicar CM é o mínimo necessário (MOURTZIS; DOUKAS, 2014; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Ter equipamentos, parque industrial e gestão operacional no estado da arte (TSENG; RADKE, 2010);
- b) entendimento do grau de amadurecimento do mercado e suas peculiaridades/leis: pois mercados mais maduros são mais exigentes e competitivos. Estabelecer segmentação de demanda individual para cada cliente. Estabelecer estratégias para pressionar os clientes para obter as informações. É sabido que haverá incerteza na

demanda e risco, e lidar com isso é essencial. Para Tsang e Radke (2010) entender as implicações das leis locais para com a engenharia do produto e processo é fator crítico para o sucesso;

- c) reengenharia de produto e processo: a CM exige um reestudo completo de todo o sistema de manufatura, buscando sempre a diferenciação tardia (TSENG; RADKE, 2010; VIDOR; FOGLIATTO, 2013);
- d) o discernimento em aplicar ou não a CM: aplicá-la é uma tarefa difícil. Empresas ainda utilizam PM (VIDOR; FOGLIATTO, 2013). As empresas que aplicam CM sempre estarão expostas a desafios logísticos, técnicos e tecnológicos, de MRP, de marketing, entre outros (TSENG; RADKE, 2010);
- e) perseguir a modularização: é necessário algum grau de modularização para redução dos custos (HELO et al., 2010; THALLMAIER, 2015);
- f) sequenciamento e distribuição: deve-se reestruturar o sistema de distribuição e sequenciamento dos produtos em linha, com reformulação dos processos, que não atendem mais como atendiam a PM. O horizonte de produção deve ser o mais congelado possível, pois as mudanças de plano de produção/montagem acabam por trazer malefícios ao sistema, apesar de naturalmente previsões de demanda serem difíceis de gerenciar na CM (TSENG; RADKE, 2010);
- g) sistema logístico: buscar alternativas ao atual sistema logístico, o qual é inibidor da CM (CNT, 2015). Em alguns momentos deve-se sacrificar otimizações de abastecimento locais, pelo bem maior do desempenho geral do sistema (TSENG; RADKE, 2010);
- h) tecnologia e ferramentas: elas reduzem o custo e o tempo de resposta;
- i) ponto ótimo: buscar a sinergia entre as flexibilidades de processo, produto e volume, de forma gradual. Esta é a chave para CM (DAVIS, 1989);
- j) informação e tecnologia da informação (TI): o fluxo de informação e a coordenação da TI é vital para a empresa. Devem ser derrubadas as barreiras de TI e reduzidos os processos para entrada de pedido.

Uma ferramenta útil para a CM são os IVCS, pois permitem uma formulação de oferta ao cliente, requisitam somente o material necessário e disparam toda a cadeia logística e de suprimento. É uma ferramenta que integra cliente, vendedor e fábrica. Também pelos IVCS já se eliminam para o cliente as combinações que não trazem lucro ou impossíveis (HELO et al., 2010).

2.4 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

As empresas de modo geral, e em especial as que desejam customizar em massa, como já citado, devem estar atentas às novas tecnologias (DAVIS, 1989; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Em qualquer caso de investimento nessas tecnologias, é necessária uma completa AI (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Ainda segundo este autor, a AI engloba quatro tópicos principais: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão e Estratégia Empresarial.

A principal disciplina da AI é a engenharia econômica, a qual pode ser descrita como “o conjunto de conhecimentos necessários à tomada de decisão sobre investimentos” (HESS et al., 1975, p. 1). Este conjunto de informações é vital necessidade para a estimativa dos cenários econômicos (KASSAI et al., 2005). Tal análise demanda da observação, para embasamento da decisão, de três critérios:

- a) critérios econômicos: retorno do investimento;
- b) critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- c) critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

Como já citado, as empresas devem ter uma visão diferenciada para os investimentos. Haja vista que a AI fornece dados apenas monetários para decisão e que, além disso, o próprio conceito de investimento tem embutido em si a questão do valor do dinheiro no tempo (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; MOTTA; CALÔBA, 2002), é necessário que, novamente, a empresa enxergue mais que puramente valores monetários e invista no futuro, ponderando seus riscos e benefícios (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; HESS et al., 1975; KASSAI et al., 2005), assim como o próprio conceito da CM (THALLMAIER, 2015). Desta forma, com fatores imponderáveis, o estudo econômico pode até não ser suficiente, pois apenas é parte de um conglomerado de parâmetros, necessários para o completo embasamento da estratégia empresarial, demandando análise crítica da alta administração da empresa (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010), até porque “sempre haverá certo nível de incerteza ou risco” (MOTTA; CALÔBA, 2002, p. 25) na modelagem econômico-financeira.

Para Hess et al. (1975), Kassai et al. (2005) e Motta e Calôba (2002), tais fatores imponderáveis, os quais não podem ser expressos em dinheiro, devem ser momentaneamente desprezados do cálculo, sendo posteriormente analisados em conjunto com os resultados puramente econômicos obtidos, ratificando ou não a decisão, isto porque a meta do investidor pode não ser somente rentabilidade financeira. Para tal, a AI utiliza-se de métodos

determinísticos para a tomada de decisão, como: Método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), Método do Valor Presente Líquido (VPL) e Método da Taxa Interna de Retorno (TIR) (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Adiante, se conceituam em detalhe estes métodos.

2.4.1 Substituição de equipamentos

Em geral, as substituições de equipamentos nas empresas são irreversíveis, ou seja, têm em seu cerne, invariavelmente, grandes quantias de dinheiro (HESS et al., 1975) e tais irreversibilidades podem ocasionar excesso de capacidade, o qual pode persistir por longos períodos, o que se torna um problema (PORTER, 2004). Com isso, toda substituição de equipamento deve passar por um criterioso e científico processo.

Algumas razões para troca de equipamento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; MOTTA; CALÔBA, 2002):

- a) deterioração: causa direta do aumento de custos operacionais e pelo findar da vida útil econômica do ativo. Excesso de manutenção, consumo acima do previsto por insumos e ferramentas pelas condições do equipamento;
- b) obsolescência: eficiência de equipamentos mais modernos. Cabe a AI determinar se o investimento inicial compensa;
- c) normas técnicas e de segurança: um equipamento pode atender às normas hoje e amanhã estar em desconformidade. A questão das normas é, via de regra, fator dominante em qualquer AI;
- d) estratégia: antevisão aos acontecimentos futuros, que proporcionará vantagem competitiva futura.

É dito então que a substituição de equipamentos consiste em determinar se, ao trocar um equipamento, os novos custos, reduzidos ou não, compensam o investimento (HESS et al., 1975), levando-se em conta que, para a avaliação das alternativas, apenas as diferenças são relevantes, as semelhanças, não (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), boa parte das empresas brasileiras mantém equipamentos obsoletos e deteriorados, mesmo quando não são mais economicamente viáveis, por simples acomodamento administrativo, adiando a decisão para um último caso, assumindo papéis de “bombeiros” ao invés de racionalizar a solução.

2.4.2 Análise de substituição de equipamentos

Os equipamentos, ao serem substituídos, se encaixam em determinadas categorias de análise, as quais advêm de situações práticas (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010):

- a) baixa sem reposição: equipamento deixa de ser econômico e sua reposição não é necessária;
- b) substituição idêntica: equipamento deve ser substituído por um de características operacionais e econômicas semelhantes, pois já atingiu o intervalo de sua vida útil econômica;
- c) substituição não-idêntica: equipamento é substituído por um com características operacionais e econômicas distintas;
- d) substituição com progresso tecnológico: semelhante ao anterior, mas com o conceito de atualização tecnológica, levando em conta a obsolescência do equipamento atual;
- e) substituição estratégica: substituição considerando também fatores imponderáveis, custos indiretos, manutenção da competitividade, redução de estoques, simplificação da programação da produção.

Dentre estes tipos, o presente trabalho se utiliza da substituição não-idêntica, pois as furadeiras estudadas trabalham com o antigo sistema de alavanca manual, avanço por manivela e posicionamento de furos por máscaras de furação, quando o novo equipamento opera com furação e avanço automatizados e posicionamento de furos por CNC, dispensando o uso de máscaras de furação.

2.4.3 Substituição não-idêntica

A substituição não-idêntica prevê que um equipamento é avaliado, e considerada a sua substituição por um novo, mas com características econômicas e de operação diferentes (KALNIN, 2016). Os dois são avaliados pela técnica CAUE. Este método prevê dois atores: atacante e defensor (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). O atacante é o novo ativo cogitado e o defensor é o equipamento atual. Antes de se partir para o cálculo propriamente dito do CAUE, é necessário determinar os atacantes plausíveis, ou seja, descartar alternativas que não atendam requisitos preliminares determinados, e também qual o melhor atacante (MOTTA; CALÔBA, 2002).

A vida econômica, normalmente utilizada para efeito de comparação entre equipamentos, é encontrada com os custos anuais equivalentes (CAUE) do equipamento para vários anos, sendo o valor mínimo do CAUE calculado como o ano equivalente à vida útil econômica do equipamento. É evidente este método exige que a comparação seja feita entre equipamentos que forneçam benefícios idênticos (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010; HESS et al., 1975).

2.4.4 CAUE, TMA, VPL e TIR

Como já exposto, o cálculo do CAUE fornece uma série uniforme equivalente ao custo anual de um investimento, sendo posto a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (MOTTA; CALÔBA, 2002). TMA significa a taxa de juros incluída no cálculo, a fim de se obter um lucro desejável, posto que se poderia utilizar o dinheiro em aplicações financeiras de baixo risco (HESS et al., 1975; KALNIN, 2016; KASSAI et al., 2005). Ou seja, a TMA, também chamada de custo de oportunidade (MOTTA; CALÔBA, 2002), deve render no mínimo o mesmo destas aplicações financeiras. Esta taxa é de mensuração difícil e subjetiva (HESS et al., 1975), devendo estar atrelada ao conhecimento, desejo e risco assumido pelo investidor do projeto, muitas vezes a própria empresa e seus acionistas (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010). A fórmula para o cálculo do CAUE está expressa na Equação 1:

$$\text{CAUE} = [i(1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] \quad (\text{eq. 1})$$

Onde:

n é o número de períodos, normalmente anos;

i é a TMA.

Outro método é o do VPL. Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), este método, semelhante ao do CAUE, traz o fluxo de caixa, previsto ao longo do tempo, para o presente, utilizando o desconto da TMA. Em outras palavras, para Hess et al. (1975), o método do Valor Atual (ou VPL) indica que as parcelas futuras do fluxo de caixa do investimento têm uma taxa de retorno maior que a TMA, tornando-o obviamente atrativo. Portanto, pode-se observar o VPL com outro viés, o qual as parcelas futuras do fluxo de caixa somadas representam a quantia máxima que o investidor deve se dispor para obter tal fluxo de caixa. A fórmula para o cálculo do VPL está expressa na Equação 2:

$$\text{VPL} = [(CF_1/(1+i)] + [(CF_2/(1+i)^2)] + [(CF_3/(1+i)^3)] + \dots + [(CF_n/(1+i)^n)] - CF_0 \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

CF_n é o fluxo de caixa previsto ao longo do tempo;

CF_0 é o valor do investimento inicial.

A interpretação do VPL segue estas regras:

a) VPL maior que zero, investimento rentável;

b) VPL menor que zero, investimento inviável;

c) VPL igual a zero, investimento viável desde que a TIR seja maior que a TMA (é visto conceito de TIR no próximo parágrafo) (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; HESS et al., 1975; MOTTA; CALÔBA, 2002).

A TIR representa a rentabilidade do investimento por unidade de tempo (HESS et al., 1975; MOTTA; CALÔBA, 2002), sendo a taxa i para a qual o VPL é igual a zero. Portanto, como já exposto, mesmo se o VPL for zero, se a TIR for maior que a TMA desejada, o investimento ainda é viável (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). Uma outra forma de explicar a TIR diz que é uma taxa de juros que torna o somatório de fluxo de caixa do período equivalente ao valor inicial investido (HESS et al., 1975). A fórmula para cálculo da TIR está expressa na Equação 3:

$$0 = [(CF_1/(1+i)] + [(CF_2/(1+i)^2)] + [(CF_3/(1+i)^3)] + \dots + [(CF_n/(1+i)^n)] - CF_0 \quad (\text{eq. 3})$$

Onde:

CF_n é o fluxo de caixa previsto ao longo do tempo;

i é a TIR.

Porém a TIR isoladamente não pode ser considerada critério de seleção de alternativas, a menos que os investimentos sejam iguais entre elas (MOTTA; CALÔBA, 2002). Na escolha entre dois projetos de diferentes valores de investimento, deve-se calcular a TIR incremental se o projeto de menor investimento resultar em maior TIR. Isto significa dizer que o dinheiro que sobra de um projeto em relação ao outro, tanto pelo investimento inicial quanto pelas parcelas, deve ter também sua TIR calculada. Se esta nova TIR, agora denominada TIR incremental, tiver valor maior a TMA, confirma como melhor proposta o

projeto de menor investimento inicial (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; HESS et al., 1975; MOTTA; CALÔBA, 2002).

2.4.5 Cálculo do *Pay-back*

O investidor não estará motivado se não existirem níveis de retorno do investimento satisfatórios, ou o chamado *Pay-back*. Este pagamento ao investimento é que proporciona continuidade à empresa, ou seja, sua sobrevivência (KASSAI et al., 2005). É um indicador nas análises de investimentos propostos. Significa em quanto tempo se recupera o investimento proposto, através de parcelas anuais pagas. Este indicador é considerado uma técnica não de todo realista, pois não considera o valor do dinheiro no tempo (KALNIN, 2016). A fórmula para o cálculo do *pay-back* está expressa na Equação 4:

$$\textit{Pay-back} = \text{Investimento} / \text{Fluxo de Caixa} \quad (4)$$

Como já citado, falta refinamento ao cálculo do *pay-back* normal. Portanto parte-se para um método onde cada parcela anual do fluxo de caixa é trazida para o presente, através do desconto da TMA desejada pelo projeto. Este é o chamado *pay-back* descontado, o qual representa uma forma muito mais segura de se avaliar o investimento que o *pay-back* normal (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

Quanto maior o prazo do *pay-back*, maior o risco e menor o interesse para o investidor (KALNIN, 2016; MOTTA; CALÔBA, 2002). Entretanto, como já dito, o indicador *pay-back* deve ser encarado com ressalvas, pois ele pode ser atrativo ou não dependendo da política da empresa e não serve para selecionar alternativas, serve apenas para, como o nome já diz, indicar uma direção (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; MOTTA; CALÔBA, 2002).

2.5 VERTICALIZAÇÃO DE PROCESSOS

A VP é um fenômeno que teve seu início na era Fordista, pela revolução industrial. Com necessidade de ajustes constantes no processo produtivo, condição necessária à manutenção da PM, deram-se início aos primeiros processos de integração vertical da produção (POMPERMAYER, 2000; ROMERO, 2004).

O conceito de VP pode ser descrito por uma estratégia que prevê a produção interna na empresa do máximo de itens possíveis, mantendo para isso processos com tecnologias distintas, não necessariamente estando atrelados ao foco principal de produção da empresa. A VP tem por um de seus estímulos o controle das tecnologias do processo (PORTER, 2004). Via de regra, com a VP, os custos aumentam, mas existem casos em que as novas tecnologias proporcionam redução de custo, ou seja, isso dependerá da estratégia de produção adotada pela empresa (BLACK, 1998; DIAS, 1998; ROMERO, 2004) e o seu conhecimento das forças competitivas do mercado (PORTER, 2004). Ao verticalizar processos, invariavelmente ocorrem investimentos (DIAS, 1998), os quais recursos poderiam estar sendo usados em aplicações financeiras (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010).

2.5.1 Tipos de VP

Existem dois tipos básicos de VP (VASCONCELLOS, 2002):

- a) integração pra trás: em direção aos fornecedores. Isto acontece quando a empresa começa a assumir fases ou operações que antes pertenciam a seus fornecedores. Proporciona acesso ao conhecimento de produção e aumenta o percentual de diferenciação;
- b) integração pra frente: em direção aos consumidores. Proporciona acesso aos canais de distribuição, às informações de mercado e preços, em tese, mais altos.

A seguir são expostas as variações quanto a VP e também benefícios e malefícios da mesma.

2.5.2 Variações da VP

A VP não necessita que seja de forma total. Têm-se três variações para isso (PORTER, 2004): integração total, parcial e quase-integração.

A integração total significa ter controle e produção de toda a cadeia de suprimento. Com ela também se tem poder de negociação para com fornecedores, pois os mesmos passam a ver a empresa como potencial concorrente. A empresa se torna uma ameaça, uma sombra, aos seus próprios fornecedores (DIAS, 1998).

A integração parcial é produção parcial de suas necessidades e controle do restante. Ela proporciona redução de custos ao mesmo tempo em que não se perde o contato com

fornecedores, ajustando-se ao cenário, aumentando ou diminuindo o grau de VP (PORTER, 2004).

Por fim, a quase-integração determina a busca de alianças para que os processos estejam “internos” dentro da mesma sociedade/aliança. Aqui o importante é saber identificar interesses mútuos, também chamados de identidade de interesses com os parceiros, e se isso é suficiente para se equiparar aos benefícios da integração total (PORTER, 2004). Exemplo: parceria Agrale e Marcopolo com a marca Volare (AGRALE, 2016a; VOLARE; 2016). A quase-integração pode se derivar em (DIAS, 1998):

- a) condomínio industrial: onde os fornecedores se instalam na vizinhança do comprador principal, denominado diretor do condomínio, normalmente uma montadora de veículos;
- b) consórcio modular: é uma forma mais forte e intensa do condomínio industrial, onde o fornecedor não só está vinculado a vizinhança do comprador, mas tem responsabilidades e atividades dentro da planta do comprador. O fornecedor é responsável por um módulo do produto final da empresa compradora, a montadora, desde componentes até a montagem final.

2.5.3 Prós e contras da VP

A seguir são elencados alguns prós da VP (DIAS, 1998; PORTER, 2004; VASCONCELLOS, 2002):

- a) fornecimento: a VP proporciona controle mais efetivo sobre atendimento ao cliente, qualidade, configurações técnicas dos componentes, segurança de fornecimento;
- b) redução de custos: como já citado, em primeiro momento com a VP os custos aumentam. Mas o conjunto de fatores circundantes por fim a torna redutora de custos. Reduzem-se custos de produção pela dominância do processo interno à empresa, por possíveis ganhos de escala, por custos de distribuição, pela não necessidade de existir um terceiro para distribuição e por custos de gerenciamento da cadeia, pela não necessidade de se coordenar várias empresas e processos externos à empresa;
- c) cliente: pelo estreitamento do contato com o consumidor final e oferta de maior customização;

- d) sigilo: proteger competências, tecnologias, processos e conhecimentos, tais que podem tornar a empresa única.
- e) monopólio: combate ao monopólio de fornecimento, verticalizando para não dependência deste terceiro, que possui condições de fornecimento mais favoráveis;
- f) crescimento: quando a empresa deseja se expandir ou investir em novas fatias do mercado.

Existem também contras na VP (PORTER, 2004; VASCONCELLOS, 2002):

- a) eficiência: como já citado na seção 2.3, processos customizados tem eficiência menor (VIDOR; FOGLIATTO, 2013). Da mesma forma a VP, em primeiro momento, devido à busca de mercados que absorvam sua demanda, pode esbarrar na perda de eficiência até que atinja a fatia de mercado desejada;
- b) flexibilidade: em tese, com a VP se tira a flexibilidade do processo, dependendo da tecnologia empregada (BLACK, 1998);
- c) interação com fornecedores: é óbvio que a VP reduz o contato com fornecedores. Isso pode se converter em estagnação no sentido de aprendizado, novas ideias e informações atualizadas de mercado;
- d) custos: os investimentos iniciais devem ser cuidadosamente estudados pela AI (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010) afim de não se estar refém de um início de produção difícil. A VP mal concebida pode levar ao excesso de capacidade, criando um custo na maioria das vezes persistente por longos períodos.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O STP, o qual trouxe ao mundo a solução aos estragos causados por um evento de ruptura, a guerra, ajustando-se ao cenário (LIKER, 2005; OHNO, 1997), mudou o foco das empresas, que antes era no produto mudando para foco no cliente (BLACK, 1998; GUINATO, 1995; LIKER, 2005; OHNO, 1997). É racional dizer que o STP forneceu ao mundo um modo completamente diferente de pensar, uma cultura, basicamente observando o passado (GUINATO, 1995, LIKER, 2005) e, apesar de passados muitos anos, empresas atuais ainda não conseguem aplicar integralmente o STP, trabalhando com sistemas híbridos (RAGO et al., 2003).

O STP, por si um conjunto de filosofias e ferramentas, aliadas à cultura (LIKER, 2005; POMPERMAYER, 2000; WILSON, 1995), embasou os estudos atuais, assim como mais estudiosos em áreas circundantes, como, por exemplo, a estratégia de mercado e produção da empresa (BLACK, 1998; DAVIS, 1989; PRODUTTARE CONSULTORES ASSOCIADOS, 2006). É essencial que a empresa, pressuposta desse sentido de alerta às mudanças do mercado, trabalhe constantemente na sua estratégia e não somente em sentido fabril, ferramental e técnico (BLACK, 1998; CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010; LIKER, 2005).

Em evolução a esse cenário, a CM molda-se como o futuro (VIDOR; FOGLIATTO, 2013). Os sistemas atuais de produção, independentemente de seu foco, seja PM, produção enxuta ou CM, projetam que a empresa deve funcionar como um todo, ou seja, as diretrizes, hábitos e cultura estejam completamente alinhados entre todos colaboradores e fornecedores, e que invariavelmente o foco das empresas convirja para o cliente (DAVIS, 1989; DURAY, 2002; HELO et al., 2010; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; THALLMAIER, 2015; TSENG; RADKE, 2010).

A CM, dada a sua característica de lote unitário, nunca irá bater a PM em custos, apenas chegará próximo (DURAY, 2002; ZHANG; CHEN, 2006), mas os resultados financeiros para a empresa serão melhores (DURAY, 2002; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; THALLMAIER, 2015), sendo então o desafio encontrar o ponto ótimo entre custo, tempo e qualidade, um *trade-off* (DAVIS, 1989; THALLMAIER, 2015; VIDOR; FOGLIATTO, 2013). Portanto, novamente, cabe à empresa delimitar o que é importante para si, com base na sua observação de mercado e tecnologias (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001).

Independente de sua estratégia, a empresa deve estar constantemente buscando aprimoramento e atualização do processo (VIDOR; FOGLIATTO, 2013), novas tecnologias que o apoiem (LIKER, 2005), estreitamento das parcerias com fornecedores (MOURTZIS; DOUKAS, 2014) e aperfeiçoamento de suas bases STP (SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001). Porém é de vital entendimento que a grande parte das empresas deverá, em algum momento, ter algum nível, algum percentual de CM (DURAY, 2002; HELO et al., 2010; MOURTZIS; DOUKAS, 2014; SILVEIRA; BORENSTEIN; FOGLIATTO, 2001; THALLMAIER, 2015; TSENG; RADKE, 2010).

É interessante apontar que o acirramento da competição entre as empresas (BLACK, 1998) e o racionamento contínuo dos recursos disponíveis (MOTTA; CALÔBA, 2002), torna indispensável que estes sejam aplicados da melhor forma possível, produzindo mais com menos (LIKER, 2005), trazendo o melhor resultado financeiro (CASAROTTO FILHO;

KOPITTKE), tendo em vista que, apesar de importante, o resultado financeiro mostrado pela AI pode não ser a única meta dentro de uma estratégia empresarial (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010; HESS et al., 1975; KASSAI et al., 2005; MOTTA; CALÔBA, 2002; PORTER, 2004).

Tais processos de AI, na busca por estudos de VP, contribuem para determinar que não existe estratégia pronta no que diz respeito à VP. Existem pontos fortes e fracos, os quais devem ser observados em conjunto, pois isso dependerá da tecnologia e da necessidade da empresa, dentro de sua realidade, de seus contatos comerciais, de sua inserção no mercado, de sua fidelidade de clientes, etc. É uma decisão muito mais ampla que apenas questões financeiras. Apesar de razoável quantidade de empresas decidirem por VP, esta é ainda uma decisão muito delicada, que acomete diretamente à sobrevivência das empresas (BLACK, 1998; DIAS, 1998; ROMERO, 2004; VASCONCELLOS, 2002) e em qual grau de aceitação a empresa tolera em relação ao período virtualmente necessário de excesso de capacidade, normalmente necessário para conquista de novos mercados e grandes compradores (PORTER, 2004). Em maior ou menor grau, a decisão em AI e VP é circundada por incertezas, pois depende em grande parte de previsões e probabilidades (PORTER, 2004).

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Com base na metodologia de pesquisa, a pesquisa-ação, neste capítulo é feita a descrição dos produtos e da linha de montagem de chassis leves, em especial o setor de estudo deste trabalho, a furação de perfis e longarinas. Ganham detalhamento os processos realizados no setor, os materiais humanos e físicos, indicadores e demais relevâncias. Aborda-se o atual cenário do setor, caracterizando-o e descrevendo seus principais problemas.

Então são apresentadas as etapas para a realização da análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas, com base nos pressupostos da CM, e demais relevâncias, como outras áreas de envolvimento, ferramentas, equipamentos, recursos e fontes utilizadas. A proposta é de substituição das furadeiras manuais existentes pelo sistema automático de furação por CNC.

3.1 CENÁRIO ATUAL

Nesta seção detalha-se o produto, o conjunto gerado pelo setor de estudo, o processo do mesmo e a linha de montagem em que o setor está inserido. Também são expostos indicadores, problemas apontados para a atual situação do setor e mais informações relevantes para o bom entendimento do ambiente de estudo onde a proposta de trabalho foi aplicada.

3.1.1 Dados da Produção

A linha de montagem, onde se encontra o setor de estudo, furação de perfis e longarinas, produz aproximadamente 10 chassis/dia, utilizando para isso um dia de trabalho, sendo de segunda a quinta 9,08 horas diárias e na sexta 7,67 horas diárias, totalizando 44 horas semanais. O horário de funcionamento é das 7h30 às 17h35 de segunda a quinta-feira e na sexta-feira o horário é das 7h30 às 16h10, com 1h de parada para almoço em todos os dias. Um dado posterior, é que todo o ano de 2015 e os primeiros 09 meses de 2016 foram marcados por flexibilizações da jornada de trabalho, reduzindo o período trabalhado em 05 dias por mês.

Como já citado, na linha de montagem em questão produzem-se chassis leves, Volares, caminhões e utilitários Marruá 4x4. A produção de 2016 pode ser vista na Figura 10, desconsiderando os modelos utilitários 4x4, pois este modelo tem seu quadro de chassi, e

consequentemente perfis e longarinas, vindos prontos da unidade 3 da Agrale e, portanto, não tem influência na exposição do ambiente estudado. Em dezembro a fábrica parou para inventário e férias coletivas, daí os valores zerados.

Figura 10 – Resumo mensal de produção 2016 Linha Leve

Mês	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16	ago/16	set/16	out/16	nov/16	dez/16
Caminhões	3	34	28	36	0	11	9	10	16	5	15	0
MA's	40	47	25	63	71	91	55	13	47	2	18	0
Volares	47	55	77	94	112	81	93	74	71	87	144	0
TOTAL	90	136	130	193	183	183	157	97	134	94	177	0
MÉDIA MENSAL DE 2016					143,09		CHASSIS					

Fonte: Agrale (2016b).

A produtividade de uma fábrica está diretamente ligada à carga-máquina, ou seja, o percentual relativo entre as horas disponíveis em relação às horas produzidas, previstas em roteiro de montagem, transformadas em produto final. Conforme dados do sistema de gestão (AGRALE, 2016b), a meta geral de produtividade para a unidade 2 da Agrale é de 75%. Para o setor estudado, o ano de 2016 fechou com o valor de 82,15%.

O indicador de aderência do programa de produção significa o quanto daquilo que é previsto no plano mestre de produção é efetivamente montado e entregue na expedição da fábrica, não necessariamente significando faturamento. Para o ano de 2016 a meta de aderência foi 96% do plano mestre de produção, sendo atingidos 100%.

O indicador de sucata significa o valor monetário limite para sucateamento de peças, mostrando a rentabilidade do negócio. Este valor tem por base um percentual em função do faturamento mensal da empresa. Sendo a meta ideal o sucateamento zero, esse percentual é revisto periodicamente a fim de otimizar cada vez mais a operação, eliminando desperdícios. Para este indicador expõe-se o ano de 2015 juntamente ao de 2016 para melhor vislumbre da melhoria alcançada. O indicador global da unidade 2 no ano de 2015 fechou em 30% do limite máximo estipulado, ou seja, um ótimo resultado. Para o ano de 2016 a meta foi revista, dado o histórico de chegadas e nova conjuntura econômica, reduzindo a meta em 60% em relação ao ano de 2015. Ainda assim, para o ano de 2016, fechou-se com um valor de 41% desta nova meta, ou seja, novamente um ótimo resultado. O setor de estudo deste trabalho gerou sucata para este indicador com apenas 0,46% do gasto global gerado em 2015 e não gerou sucata (zero percentual) para 2016.

3.1.2 Descrição do Produto e Processo

A BOM para os produtos Agrale é encontrada na Gestão do Produto. Para cada código de produto pai, existe uma série de subsistemas denominados módulos, que tratam de partes específicas do produto. Esta Gestão do Produto é mantida pela Engenharia de Produto, a qual também tem responsabilidades relativas às informações de regulagens de componentes, imperativos técnicos e alterações de produto. Torques e demais parametrizações de montagem são também orientadas pela Engenharia de Processos.

A ponte entre a Engenharia de Produto/Gestão do Produto e a fábrica é feita pela Engenharia de Processos. Ela organiza e disponibiliza as informações da gestão do produto para a linha de montagem, utilizando roteiros de montagem, apresentado no Anexo A, sequenciando as operações e componentes como devem ser montados. A Engenharia de Processos registra nos roteiros de montagem as instruções de trabalho (IT-CA), apresentada no Anexo B, orientando quanto a dispositivos, modos de disposição da peça (estoque) e demais itens relevantes para o bom entendimento da operação e do roteiro de montagem. Todos estes documentos são mantidos por meio eletrônico nos “totens” nas linhas de montagem, mostrado na Figura 11, estando disponíveis em toda a linha de montagem.

Figura 11 – Totem para consulta eletrônica



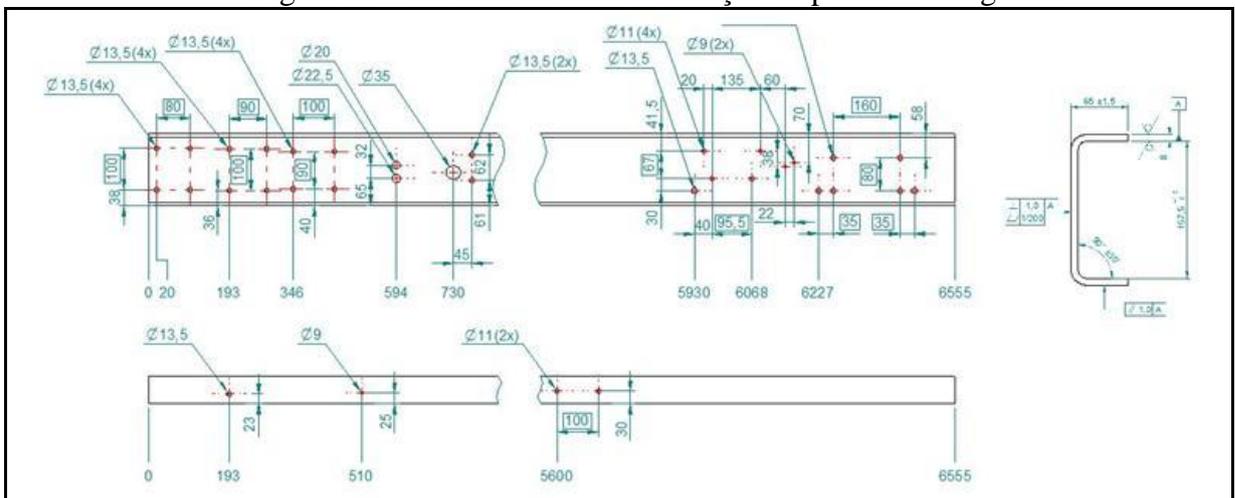
Fonte: Agrale (2016b).

O início da produção é dado pela ordem de produção, fornecida pelo PCP, as quais atribuições já expostas na seção 1.4. A ordem de produção tem como equivalente a FIP, uma identidade de cada produto, disposta no Anexo D. O técnico/gestor da linha de montagem recebe o sequenciamento da semana em planilha de Microsoft Excel®, na forma diária, conforme Anexo C. O técnico também recebe as demais folhas de monitoramento dos pontos críticos de cada estágio da linha, os Modelos Internos (MODI), incluindo o MODI do setor de estudo deste trabalho, conforme Anexo E. Estes documentos acompanham o chassi ao longo de toda a linha.

Com estes documentos os montadores sabem quais roteiros utilizarão. Ao finalizar a montagem e o processo de revisão do produto, a FIP juntamente com todas as folhas de monitoramento são retornadas anexadas em bloco único para o PCP, que fará o cadastro dos dados de série na FIP eletrônica e posterior arquivamento, findando o processo como um todo, ficando o produto disponível para venda.

Na Figura 12 está exposto o produto que sai do setor de estudo deste trabalho, um perfil furado, a chamada longarina.

Figura 12 – Produto do setor de furação de perfis – a longarina



Fonte: Agrale (2016b).

Estas longarinas possuem especificações diferentes para o lado esquerdo e para o lado direito, devido obviamente às diferenças dos lados do carro, como volante de direção, tanque de combustível, suportes em geral.

Após prontas, as longarinas esquerda e direita, tem-se a base para a posterior montagem do quadro do chassi, conforme Figura 13.

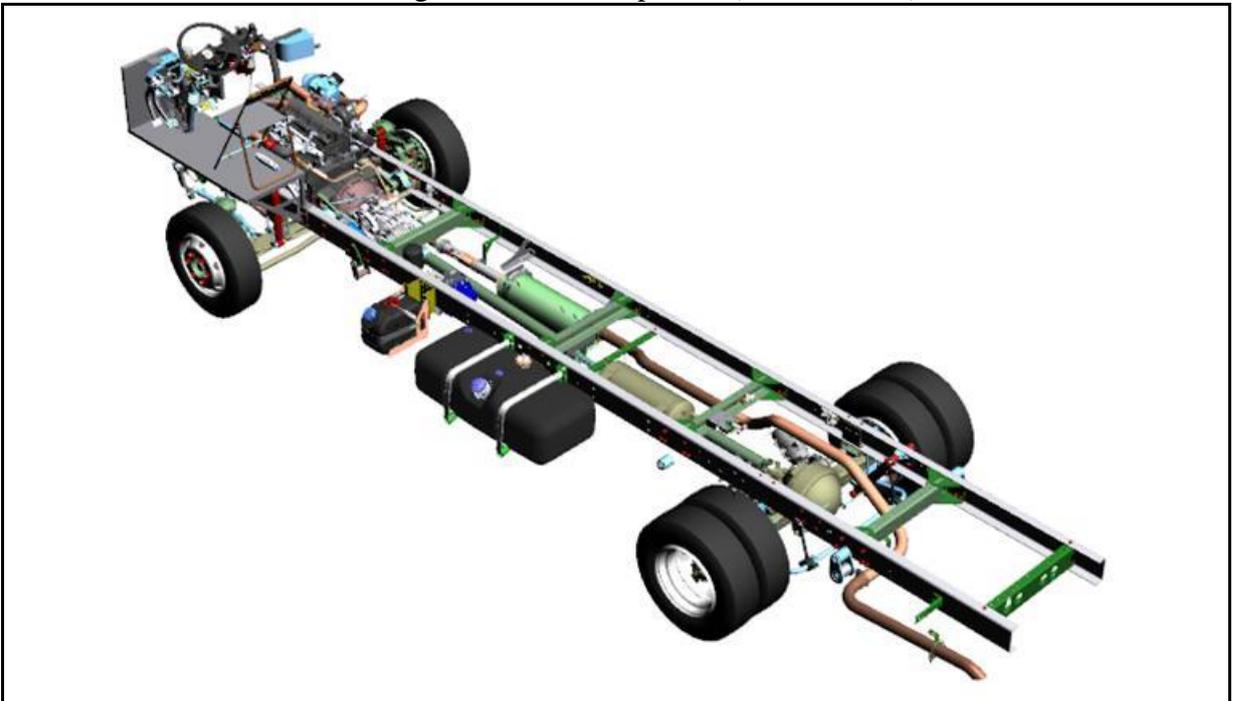
Figura 13 – Quadro de um chassi



Fonte: Agrale (2016b).

Em seguida, este quadro segue o fluxo da linha de montagem, recebendo demais pré-montagens e componentes. Na Figura 14 são mais facilmente percebidas as diferenças entre lado esquerdo e direito. Ao finalizar o processo, o carro segue para revisão final e expedição.

Figura 14 – Chassi pronto (Produto final)



Fonte: Agrale (2016b).

3.1.3 Os equipamentos

Existem quatro furadeiras fixas manuais, uma furadeira magnética manual e um dispositivo de rebarbação. Há também uma máquina lavadora e uma cabine de pintura. Isto pode também ser visualizado pelo leiaute exposto no Anexo F. A máquina lavadora e a cabine de pintura são listadas e apresentados seus processos para fins de contextualização, e posterior embasamento para as etapas de implementação da proposta, mas não fazem parte do escopo deste trabalho.

Cada uma das furadeiras fixas tem capacidade entre 10 e 14 peças em um dia, portanto as quatro juntas produzem 40 a 56 peças diárias, ou seja, 20 a 28 chassis. Esta variação de capacidade existe pois é dependente do modelo de cada carro, sendo estas peças diárias uma média com os perfis mais utilizados, conforme dados do arquivo do PCP. Estas furadeiras são equipamentos antigos, que recebem constantemente manutenções preventivas, pois dada a criticidade da operação, não tem margem para erro ou parada. A furadeira magnética é necessária apenas para um furo de 35 mm, que não se pode fazer no carro de furação, o qual detalhado na seção 3.1.4.

Na Figura 15 ilustra-se a máquina lavadora.

Figura 15 – Máquina lavadora



Fonte: Agrale (2016b).

A máquina lavadora funciona com água quente, desengraxante e fosfato de ferro, utilizando queima de gás GLP para aquecimento. Tem capacidade para lavagem para 1,5 metros de perfil linear por minuto, ou seja, atinge uma produção diária de aproximadamente 750 metros ou 100 perfis, portanto 50 carros, mais que a capacidade instalada da linha de montagem. Ela possui vãos para passagem do perfil. No vão de saída está instalado um ventilador para secagem da água excedente que não foi completamente removida no processo.

Seguindo o processo tem-se a cabine de pintura, exposta na Figura 16.

Figura 16 – A cabine de pintura



Fonte: Agrale (2016b).

A cabine de pintura tem dimensões internas de 4 metros de comprimento, 1,8 metros de largura e 2,5 metros de altura. Neste espaço, quando em operação, o perfil percorre e o pintor permanece, apenas se movimentando em uma pequena faixa linear de 1 metro. Esta cabine possui dois exaustores e um perímetro de filtros na parte interna, abaixo da linha da cinta. A pintura é realizada com tinta líquida (esmalte sintético à base de resina acrílica) e sua aplicação se dá através de pistola pneumática de alta produção.

A capacidade da cabine é relativa e dependente do pintor. Com a produção atual, o pintor tem tempo de operar uma segunda cabine em uma outra linha de montagem, a linha de chassis médios, apenas se deslocando para lá, distante 30 metros.

São realizadas manutenções preventivas, a fim de garantir a continuidade da produção. Estes planos de manutenções são seguidos à risca, pois como já dito, esse equipamentos não tem margem para parada.

3.1.4 O setor de estudo – furação de perfis e longarinas

O setor de estudo está disposto em leiaute misto (célula e linha), conforme Anexo F. Os perfis sem furação são estocados em pilhas de altura máxima 1,5 metros, ao lado do setor. Perfis excedentes são estocados em área externa, distante 300 metros.

No setor de estudo contemplam-se quatro estágios, porém os dois últimos somente são abordados para fins de contextualização, e posterior embasamento para as etapas de implementação da proposta, mas não fazem parte do escopo deste trabalho. Na sequência são descritas suas atividades.

A furação inicia no LG01. Na Figura 17 ilustra-se o momento da furação com sua respectiva máscara e a máscara aberta.

Figura 17 – Furação do perfil e máscara aberta após furação



Fonte: Agrale (2016b).

Inicia-se a furação devendo-se posicionar o dispositivo de furação denominado máscara e o perfil necessário, utilizando ponte rolante. Cada produto tem sua máscara e alguns produtos compartilham a mesma máscara, apenas selecionando furos a serem acrescidos/excluídos. A mesa de apoio da máscara e perfil é chamada carro de furação, pois a furadeira é fixa e o que se movimenta é o carro, para atingir toda extensão do perfil. Deve ser feito um furo posicionador, para ser o marco da cota zero, alinhando com a máscara de furação. Inicia-se a furação propriamente dita. Depois de terminada, deve-se fazer uma identificação no perfil, que agora se tornou longarina, sendo outro código, com etiqueta padrão. Em seguida movimenta-se a peça para o próximo estágio, a rebarbação. No roteiro estão indicadas as IT-CA a serem observadas, neste caso, relativas à inspeção de qualidade prévia pelo operador, segurança, troca de brocas, perfis para cada código de produto e parâmetros de máquina.

No LG02 é feita a rebarbação, ou seja, eliminar eventuais rebarbas geradas pela furação, utilizando dispositivo padrão descrito no roteiro e lixamento de eventuais pontos de oxidação. Após esta operação, é feita uma última furação na peça, que não pode ser feita no carro de furação, pois é de um diâmetro de 35 mm, que as furadeiras não comportam, com uma furadeira portátil magnética.

A Figura 18 mostra o momento desta furação de 35 mm.

Figura 18 – Furação extra com furadeira magnética



Fonte: Agrale (2016b).

Ainda no LG02 movimenta-se a longarina para o próximo estágio, a lavagem, em ganchos aéreos na chamada monovia. Neste estágio existe apenas uma IT-CA relativa à

técnica de rebarbação. A Figura 19 mostra o processo de rebarbação e a longarina nos ganchos para posterior lavagem.

Figura 19 – Rebarbação e monovia de longarinas que seguem para lavagem



Fonte: Agrale (2016b).

No LG03, posicionadas nos ganchos aéreos, as longarinas seguem para a máquina lavadora, preparando-a para posterior pintura. Neste estágio são descritas IT-CA relativas ao preparo e controle do banho para lavagem e procedimentos de operação da lavadora. As longarinas permanecem nos ganchos aéreos para o estágio seguinte, seguindo a monovia. Na Figura 20 observa-se a longarina já lavada e pronta para seguir à pintura.

Figura 20 – Longarina após passagem pela lavadora



Fonte: Agrale (2016b).

No LG04, após a lavagem, a longarina segue, ainda na monovia, para cabine de pintura, com detalhes já descritos na seção 3.1.3. Terminada a pintura, a longarina deve ser identificada novamente, pois a identificação prévia no LG01 se perde na lavagem em LG03. As IT-CA descritas para o estágio são relativas ao controle das tintas e técnicas para execução da pintura. Na Figura 21, a longarina pronta pintada. A Figura 22 mostra o setor a partir do início do LG01, com um panorama geral.

Figura 21 – Longarina pronta pintada



Fonte: Agrale (2016b).

Figura 22 – Vista do setor a partir do LG01



Fonte: Agrale (2016b).

3.1.5 Problemas encontrados

Em primeiro momento, listam-se algumas colocações gerenciais e estratégicas. O setor de estudo, além de ter sempre o foco da empresa em seu melhoramento, recentemente passou por um evento *Kaizen*, o qual significa uma filosofia de origem japonesa, que prega a melhoria contínua em todos os aspectos (LIKER, 2005), portanto já houve uma melhora significativa em relação ao passado. Porém, como já exposto na fundamentação, a empresa deve estar atenta às mudanças e, em determinados momentos, prevê-las.

Desta forma, é interessante apontar que, apesar das melhorias e constante apoio da empresa como um todo no setor, os últimos anos de produção (2014, 2015 e 2016) não exigiram a capacidade máxima do setor. Até mesmo algumas furadeiras foram desativadas provisoriamente para adequar a carga-máquina, fazendo rodízios a cada três dias para não deixar equipamento parado. Salienta-se com isso que as melhorias foram feitas sem a pressão por elevar o patamar de produção a níveis de capacidade instalada da fábrica como um todo e excelência do processo. A unidade 2 chegou a produzir 45 chassis/dia, ou seja, foi necessária a implantação de um segundo turno e, para o setor de estudo, até um terceiro turno (AGRALE, 2016b). É sabido que segundos e terceiros turnos são mais difíceis de gerenciar em diversos aspectos, por exemplo: menos horas pelo mesmo salário e menor produtividade, dificuldade em fornecer transporte e alimentação, energia elétrica mais cara, manutenção de cargos de apoio (enfermaria, manutenção, recebimento, qualidade, gestão, segurança).

Outra questão estratégica é que o setor é extremamente dependente do fornecimento de perfis e longarinas. A operação em questão está situada no quadrante superior direito da matriz de posicionamento exposta na seção 2.3, ou seja, alto impacto sobre o resultado financeiro e alta incerteza de oferta. Hoje existem três fornecedores de perfis e longarinas para a Agrale, sendo somente um de Caxias do Sul, os outros dois de São Paulo. O fornecedor de Caxias do Sul exige um período firme de programa de entregas incondizente com a atual situação do mercado. Também aparenta um baixo interesse no volume apresentado pela Agrale no momento, ou seja, mesmo aceitando o programa de entregas, por vezes pede até 60 dias para entrega. Os outros dois fornecedores de São Paulo estão situados a quase 1000 quilômetros de distância, sofrendo com o exposto na seção 1.1, as condições das rodovias e os altos valores de fretes. Porém estes fornecedores são mais receptivos a baixos volumes de produção.

Ainda em estratégia, tem-se o conhecimento dos fornecedores de perfis e longarinas. Conforme informações obtidas do setor de Compras (AGRALE, 2016b), quando o fornecedor

recebe um programa de produção, lá estarão uma quantidade de perfis e uma quantidade de longarinas. Se forem perfis, o fornecedor desbobina o aço e o corta na dimensão necessária. Se forem longarinas além de desbobinar e cortar, ele o envia para um terceiro fazer as furações em máquina de corte a *laser*, retornando depois. É sabido que o *laser* é uma das operações com a hora produtiva mais cara de uma fábrica. O fornecedor de perfis e longarinas possui conhecimento em compra de material, desbobinamento, corte e distribuição. Tem seu lucro no volume e não em agregação de valor de corte a *laser*, ou seja, não é de seu interesse este processo de furação. Portanto o custo de uma longarina é bem maior que de um perfil, dado que se somam a ela o custo de fretes extras para e do terceiro e as horas adicionais do serviço de corte a *laser* cobradas (AGRALE, 2016b). Outra informação do setor de compras, por vezes o fornecedor tem um prazo de, por exemplo, dez dias para o perfil sem furação e de trinta dias para o mesmo perfil com as furações, ou seja, no caso de longarinas furadas prontas, o maior percentual de comprometimento do tempo é o serviço terceirizado de furação pelo fornecedor.

Falando especificamente das dificuldades práticas do setor, citam-se as encontradas. A primeira é a logística interna. Por razões de segurança, o estoque localizado ao alcance da ponte rolante do setor tem altura máxima limitada a 1,5 metros. São mantidos neste estoque próximo os códigos de perfis que têm mais consumo, portanto em qualquer versão em que o perfil não esteja nesse estoque, está armazenado em área externa distante 300 metros, que na sua necessidade, depende de auxílio da logística (empilhadeiras) e de carro especial puxado por trator, sujeitos a sinistros, acidentes e a própria exposição à oxidação. Esta operação de buscar o perfil pode durar até 30 minutos, dependendo da disponibilidade da logística. No caso dos perfis da parte externa, são lubrificados com óleo, a fim de reduzir a oxidação. Mesmo secando-se o perfil, vestígios de óleo são uma potencial causa de acidentes na movimentação, tanto por empilhadeira quanto por ponte rolante, visto que são perfis na maior parte deles próximos de 8 metros e com 100 quilogramas, em média.

Outro ponto é o desbalanceamento de linha. Alguns chassis têm as suas longarinas vindas prontas do fornecedor, apenas passando na lavadora (LG03) e pintura (LG04), criando ociosidade na furação (LG01) e rebarbação (LG02). Por vezes, o PCP dispara tantos carros que levam longarinas prontas, que alguns operadores são redirecionados para outras atividades. Em outros momentos são tantos carros com a furação interna que é necessária a ativação das 04 furadeiras (exposto na seção 3.1.5) e reagendamento de escala de almoço.

Um problema também é o tempo de *set-up* da operação, de aproximadamente 20 minutos. Dado o desbalanceamento da linha, por vezes, a máscara é instalada para furar

apenas uma peça. Também se somam a isso as trocas de brocas. Em determinados perfis têm-se até 05 diâmetros diferentes de furos.

O *lead-time* é elevado. Sendo que o setor de estudo é primeiro processo de toda a linha de montagem, está estabelecida uma regra que o PCP deve seguir: disparar o chassi observando que o setor o tenha pronto no máximo em 180 minutos. Logicamente o *lead-time* específico do estágio não é esse, é muito menor, mas esses 180 minutos foram a forma encontrada para que o setor não sofra penalidades com as inversões de linha, trocas de modelo e prioridades de última hora do PCP. O *lead-time* da operação é de, em média, 40 minutos, entre furar e rebarbar, dependendo do modelo do chassi. Diz-se em média, pois além desta disparidade entre os modelos, ainda existe a *expertise* do operador de furadeira: não está descrito em que sequencia ele deve furar, por exemplo, fazer todos os furos de 3,5 mm, voltar o carro de furação e furar os de 8 mm e assim por diante, ou se por exemplo, poderia trabalhar por porções do perfil, a cada um metro por exemplo, furando e trocando as brocas diversas vezes nesta porção, evitando movimentação excessiva do carro de furação. Isso é de completo empirismo do operador.

Existem ainda limitantes. Para a linha leve, os carros de furação estão limitados à 8,5 metros de comprimento, portanto se o produto específico tiver comprimento total final maior que isso, obrigatoriamente as longarinas deverão vir compradas prontas furadas do fornecedor.

A seguir, um dos principais problemas: produtos especiais. Alguns produtos totalmente novos levam longarinas também inéditas. Na situação atual de mercado, onde a prospecção por novos mercados é constante, esses ineditismos são também constantes. As máscaras de furação são confeccionadas pela própria Agrale em sua unidade 1, passando por um rigoroso critério de aprovação, considerando reutilização e retrabalho de máscaras já existentes, volumes de produção, entre outros fatores. Na melhor das hipóteses, entre o disparo do estudo, aprovação do investimento (aproximadamente R\$10.000,00 por par de máscaras), fabricação e entrega, tem-se as máscaras em 10 dias úteis, o que na maior parte dos casos não representa um tempo aceitável. Assim parte-se para um processo em que as cotas dos furos são traçadas manualmente no perfil com esquadros e trenas, deslocando um dos operadores das furadeiras. Esse processo manual pode demorar até um dia por peça (um chassi, duas peças, dois dias). Para se ter uma ideia do problema, hoje a Agrale tem 130 pares de máscaras, totalizando então um valor em estoque de aproximadamente R\$1.300.000,00, contabilizando que a mesma máscara tenha recebido apenas o valor inicial de R\$10.000,00,

sem o acréscimo de mais custos de alterações que elas tenham recebido posteriormente. E ainda assim acontecem essas necessidades de se traçar manualmente.

É também salientada a dificuldade ergonômica do setor. Sendo todas furadeiras manuais, existe a possibilidade de melhoria e automação deste processo, facilitando a atividade do operador.

Quanto à atualização tecnológica, o processo e a estrutura são antigos, trazidos do antigo fornecedor de perfis, no ano de 2004. Portanto tem pelo menos doze anos de atividade. Apesar de diversos melhoramentos, processos *Kaizen* e atuação forte da Engenharia de Processos com diversos ganhos de produtividade, o processo atingiu o seu limite de eficiência.

Outro tópico é a qualidade. A qualidade dos furos depende da pressão que o operador exerce na alavanca. É um processo perde-ganha: pressão forte, acabamento ruim, tempo menor; pressão fraca, acabamento bom, tempo alto. Não está estabelecido um tempo e pressão ótimos para garantir a qualidade ótima. Ainda tem impacto na qualidade a afiação da broca, se com um ângulo muito fechado (broca muito “pontaguda”) forma-se mais rebarba na saída, impactando no processo LG02, a rebarbação.

Observa-se então um grande potencial de melhoria para o setor. Os problemas detectados foram abrangidos tanto estratégica quanto operacionalmente. É importante que possam ser solucionados esses problemas, pois no futuro poderão impactar negativamente no resultado da empresa.

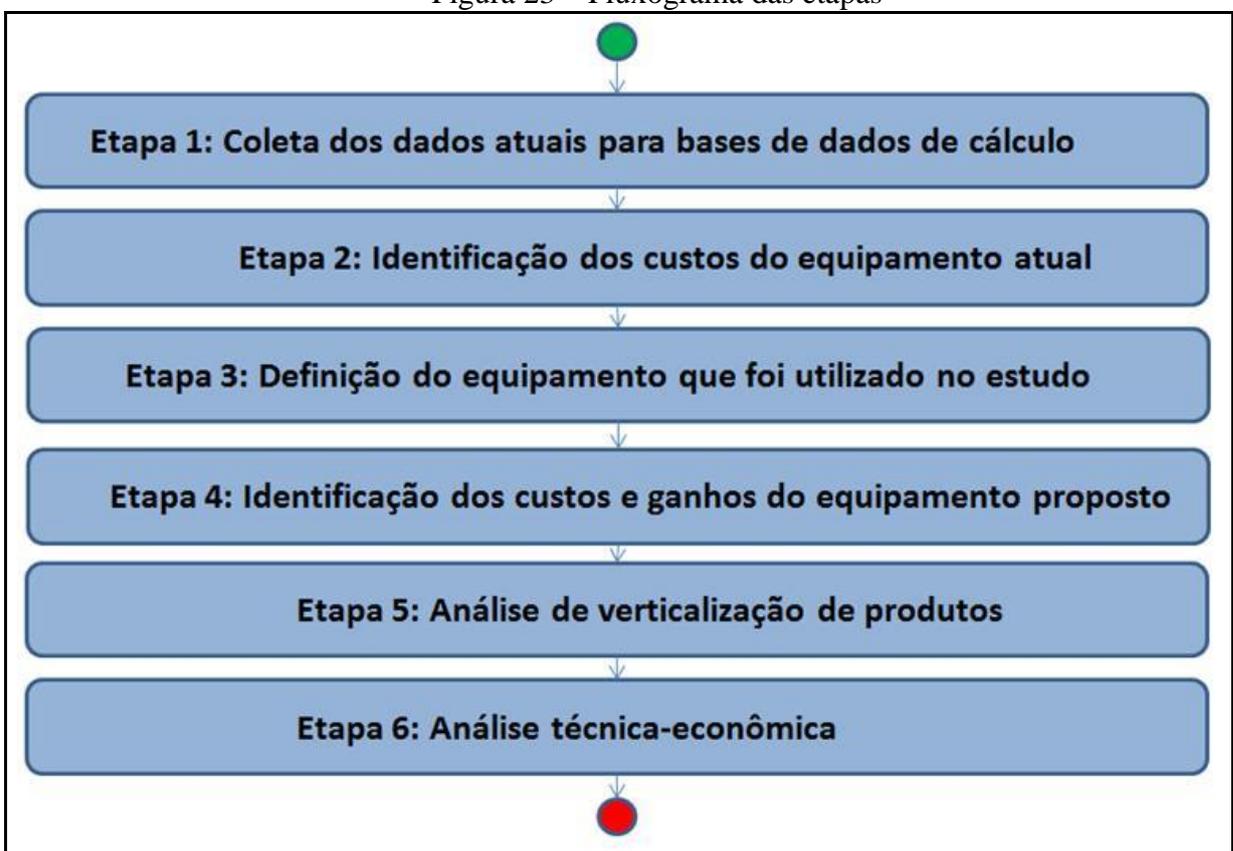
Por fim, é interessante apontar que o processo atual não é de todo deficiente, mas atingiu o seu limite de eficiência, capacidade e produtividade. Os principais problemas são tanto operacionais (ineficiência logística, desbalanceamento de operações e *set-up*, *lead-time* elevado, limitadores técnicos, ergonomia e segurança) quanto estratégicos (valores de fretes, processo antigo, visão de futuro).

Dado este cenário, apresentam-se as etapas a seguir como uma proposta para melhorar a performance do atual sistema de produção, buscando o atendimento de qualquer configuração de longarina de forma rápida e eficiente, ou seja customizar em massa a produção no setor, mediante a eliminação ou ao menos minimização das barreiras expostas nos tópicos acima citados, especialmente com a solução do item produtos especiais.

3.2 ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Nesta seção é apresentada a proposta de intervenção no setor de furação de perfis e longarinas, realizando uma análise de viabilidade técnica e econômica para implantação de sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas de chassis leves para ônibus e caminhões com PBT até dez toneladas, com proposta de substituição das furadeiras manuais, com base nos pressupostos da CM, em forma de etapas, seguindo um fluxograma, disposto na Figura 23.

Figura 23 – Fluxograma das etapas



Fonte: O Autor (2016).

3.2.1 Etapa 1: Coleta dos dados atuais para bases de dados de cálculo

Buscar informações relativas ao cenário atual. Estas informações são usadas como base de dados de cálculo e para etapas posteriores de identificação de ganhos.

São eles: volumes de produção, tempo médio unitário de produção, tempo médio de *set-up* de máquina (trocas de máscaras e brocas), quantidade de operadores, capacidade

instalada, horas de paradas de manutenção, consumo de brocas, consumo de fluido lubri-refrigerante e consumo de energia.

3.2.2 Etapa 2: Identificação dos custos do equipamento atual

Realizar levantamento dos custos do equipamento atual. São quantificados em valores monetários os itens: energia, consumo de brocas, fluido lubri-refrigerante, mão-de-obra, paradas de manutenção, materiais de reparo e custo com máscaras. Há também a quantificação monetária do tempo de linha parada devido a não qualidade.

A quantificação dos itens se dá por seus valores de compra e também pelos valores contábeis do centro de custos do setor das longarinas, pois o mesmo afeta a linha de montagem inteira, por ser um gargalo produtivo.

3.2.3 Etapa 3: Definição do equipamento que foi utilizado no estudo

Conforme exposto na seção 3.1.5, o equipamento e ferramental atuais não atendem a proposta de intervenção. Assim, conforme Casarotto Filho (2010) e Porter (2004), em delimitação e desenvolvimento de opções, propõem-se as alternativas técnicas mais atraentes para a implantação de um sistema automático por CNC no processo de furação de longarinas. Nesta etapa deve-se estabelecer junto à Engenharia de Processos as opções disponíveis no mercado. Levam-se em conta questões de segurança, comportamento em relação a *set-up*, capacidade e produtividade, tecnologia e dimensões das máquinas, equipamentos e ferramentais. Essa etapa prevê também a quantificação dos investimentos necessários para equipamentos, ferramentais, dispositivos e instalações envolvidos na proposta.

Os requisitos abaixo são descritos em ordem de importância, para análise prévia e exclusão de alternativas.

- a) atendimento às normas de segurança e requisitos de qualidade;
- b) ter o controle de avanço e furação automáticos por CNC;
- c) substituir as quatro furadeiras em termos de capacidade;
- d) aumento do comprimento total de perfil possível de 8,5 para pelo menos 12 metros;
- e) área fabril de instalação semelhante à ocupada pelo processo atual, apenas com aumento percentual relativo à solicitação do item anterior;

- f) interface de programação com *Solid Edge*® e salvamento de programas de furação, com intuito de proporcionar um rápido *set-up*.

Apesar destes requisitos pré-determinados, levam-se em conta também fatores imponderáveis, como:

- a) relacionamento prévio com o fornecedor do equipamento;
- b) estratégia da empresa com relação à tecnologia e possibilidade de ganhos futuros;
- c) receptividade quanto a customização posterior do equipamento.

3.2.4 Etapa 4: Identificação dos custos e ganhos do equipamento proposto

Após escolhida a opção, devem ser identificados e quantificados os custos e ganhos do cenário proposto. São avaliados e quantificados os possíveis ganhos com as melhorias proporcionadas pelo novo equipamento em relação ao existente. Esta análise contempla itens semelhantes aos da etapa 2, porém com adendos relativos ao novo equipamento.

- a) redução de consumo de energia;
- b) redução de consumo de brocas;
- c) redução de consumo de fluído lubri-refrigerante;
- d) redução de custos de manutenção e parada de equipamento;
- e) redução de tempo de *set-up*;
- f) redução de custos pela eliminação da confecção de novas máscaras e alterações;
- g) redução de tempo de linha parada por não qualidade;
- h) redução de mão-de-obra.

3.2.5 Etapa 5: Análise de verticalização de produtos

Nesta etapa busca-se identificar os ganhos com verticalização de produtos. Longarinas que são entregues prontas furadas pelo fornecedor, são estudadas e previstos seus custos internos com o novo equipamento proposto, a fim de mensurar os ganhos com a verticalização, ou seja, se no cenário proposto, recebendo somente o perfil sem furações, torna-se mais atraente do que comprar pronto.

3.2.6 Etapa 6: Análise técnica-econômica

Última etapa do trabalho, a análise da viabilidade técnico-econômica para implantação de sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas de chassis leves para ônibus e caminhões com PBT até dez toneladas, mostra a viabilidade ou não do investimento. Com base no referencial da seção 2.4, a AI, são calculados indicadores econômicos para embasamento da decisão: CAUE, VPL, TIR e *pay-back*.

A TMA utilizada é de 19,25% ao ano, taxa a qual empresa determina com base em suas análises de risco e de mercado. Para a Agrale S/A, o *pay-back* desejável é de até 2 anos, tendo obviamente margens de aceitação, mediante análise estratégica da empresa.

3.3 COLETA DE DADOS

As informações necessárias para a realização deste trabalho foram buscadas dentro do *software* de gestão ABT, arquivos, planilhas eletrônicas elaboradas e transmitidas entre as áreas pela *intranet* e *webmail* e no próprio setor de estudo.

Todos os dados necessários estão disponíveis nos arquivos atualizados, disponibilizados pelo PCP, Manutenção, Engenharia de Processos, banco de dados geral da unidade 2, mantido pelo secretariado da gerência e *software* ERP (*Enterprise Resource Planning*/Planejamento dos Recursos da Empresa) da empresa.

Para realizar o levantamento de dados e a transformação em informação tratada, são utilizados o *software* de gestão ABT e os programas do Microsoft Office®, dentre eles o Microsoft Excel®, principal ferramenta para as etapas de cálculo de indicadores econômicos.

Os principais setores envolvidos em aplicar o estudo são o PCP, Engenharia de Processos e Compras, com o apoio das áreas de Produção, Qualidade, Logística e Engenharia do Produto. Os principais profissionais envolvidos na realização deste trabalho são o programador de produção (elaborador do trabalho), os planejadores de processos responsáveis pelo setor de estudo, o supervisor da fábrica, o operador especializado do setor de estudo, o engenheiro de produto do sistema quadro e chassi, o comprador responsável pela carteira de perfis e longarinas e o técnico de manutenção.

4 APLICAÇÃO DAS ETAPAS PROPOSTAS

Este capítulo apresenta a aplicação da proposta de trabalho exposta na seção 3.2, de forma detalhada em etapas. São apresentados resultados e análises no contexto da empresa onde o estudo ocorreu, findando na análise de viabilidade técnica e econômica para implantação de um sistema automático de furação por CNC, baseado em pressupostos da CM, quais sejam:

- a) reduzir custo do lote unitário;
- b) reduzir o tempo de entrega;
- c) atenção voltada para novas tecnologias facilitadoras e TI;
- d) cliente *co-design*;
- e) garantia da qualidade.

4.1 COLETA DE DADOS ATUAIS PARA BASE DE DADOS DE CÁLCULO

Com o intuito de estabelecer a dimensão dos custos do cenário atual, a seguir são expostos os dados coletados para posterior embasamento da estimativa do cenário proposto. Conforme já citado na seção 3.1.5, os últimos três anos de produção não exigiram a capacidade máxima do setor. É importante salientar, portanto, que o dimensionamento do cenário atual se dá com uma busca aos números anteriores de produção e com a consideração da capacidade de produção máxima teórica, simulada pela Engenharia de Processos, estabelecendo a equivalência com o estado atual, a fim de custear corretamente este cenário e o proposto.

4.1.1 Volumes de produção, quantidade de operadores e capacidade instalada

Conforme exposto na seção 3.1.3, a capacidade de 10 a 14 peças diárias por turno por furadeira representa o ápice da produção já registrada, aproximadamente 25 chassis no primeiro turno (dia). Para esta produção, são necessários 05 operadores: 04 nas furadeiras e 01 na rebarbação. Todos são operadores de furadeiras, apenas se revezando na rebarbação.

A capacidade instalada da linha de montagem é dependente do *mix* de produção proposto. Os diversos cenários ocorridos, e outros simulados pela Engenharia de Processos, dão conta de uma capacidade máxima instalada aproximada de 27 chassis no primeiro turno (dia).

4.1.2 *Lead-time* médio e tempo de *set-up* médio

O *lead-time* médio do setor, devido a diversas variáveis, é difícil de estabelecer. Variáveis tais como *mix* de produtos, quantidade de furos em um perfil, espessura, comprimento, dificuldade de rebarbação e afiação das brocas. Conforme apontamentos da operação, a taxa de furação aproximada é de 127 mm lineares de perfil por minuto, apresentando então, pela variação do *mix* de produção, um *lead-time* médio de 40 minutos por perfil. As operações realizadas nesse tempo estão aproximadas na Tabela 1. Conforme Engenharia de Processos, o tempo de *set-up* médio do setor é de 20 minutos. As operações realizadas nesse tempo estão aproximadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Operações no processo de furação

OPERAÇÃO	TEMPO (min)
1º Içamento do perfil do estoque	3
Furação	28
2º Içamento à rebarbação	1
Rebarbação	4
3º Içamento à monovia	1
Afiação de brocas	3
<i>Lead-time</i> total	40

Fonte: O Autor (2017).

Tabela 2 – Operações de *set-up*

OPERAÇÃO	TEMPO (min)
1º Içamento da máscara do estoque	3
Marcação do furo posicionador	3
Alinhamento da máscara	9
Trocas de brocas	4
2º Içamento para retirada da máscara	1
<i>Set-up</i> total	20

Fonte: O Autor (2017).

4.1.3 Consumíveis

Têm-se como itens consumíveis na operação: fluído lubri-refrigerante, brocas e energia elétrica.

O fluído lubri-refrigerante pulverizado tem consumo variável devido ao *mix* de produtos, que podem ter mais ou menos furos e também da experiência do operador, que

regula a pulverização conforme acredita ser necessário, pois não existe estudo de consumo ideal. São diluídos 20 litros do mesmo em 200 litros de água, portanto uma proporção de 1:10. Conforme arquivos atualizados da Engenharia de Processos, o consumo deste fluído, já na proporção 1:10, é de 2,5 litros por dia por furadeira. A estimativa mensal de consumo está aproximada na Tabela 3.

O cálculo é feito simulando um recipiente de 20 litros de fluído lubri-refrigerante por mês (22 dias úteis), portanto 11 recipientes por ano.

Tabela 3 – Consumo de fluído lubri-refrigerante

ITEM	QTDE(I)
Diluição água + fluído (1:10)	220
Consumo diário por furadeira	2,5
Consumo diário total (4 furadeiras)	10
Capacidade em dias úteis	22
Consumo mensal aproximado	20

Fonte: O Autor (2017).

As quatro furadeiras têm potência de 4 cv, 2 cv, 4 cv e 2 cv, respectivamente. Dado o *lead-time* exposto na Tabela 1 de 40 minutos com aproximadamente 10 peças por dia por furadeira, têm-se 400 minutos de operação diária por furadeira, ou seja, 6,67 horas. Este tempo posto pela potência de cada furadeira, tem-se um consumo total de 58,88 kwh/dia, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de energia

ITEM	QTDE
Potência total em cavalos (cv)	12
Potência total em quilowatts (kw)	8,83
Tempo de operação total diário (h)	6,67
Consumo diário aproximado (kwh)	58,88

Fonte: O Autor (2017).

As brocas tem consumo variado, observando-se um consumo maior nas brocas de 7, 9 e 13,5 mm, totalizando um consumo de 460 unidades por ano. Como já exposto na seção 4.1, diz-se estimado, pois os últimos registros de produção (2014, 2015 e 2016), não exigiram a atividade máxima do setor. Portanto as quantidades foram aumentadas proporcionalmente para uma produção de 25 carros por dia, conforme Tabela 5, utilizando um fator de projeção

pelo aumento percentual da produção, igual a 2,083 (25 carros/dia – carga máxima – divididos por 12 carros/dia – carga atual).

Os dados foram coletados das requisições junto ao setor de manutenção, responsável pelo controle das mesmas.

Tabela 5 – Consumo de brocas

DIÂMETRO (mm)	QTDE 2016	FATOR PROJEÇÃO	QTDE PROJETADA
7	43	2,083	90
9	40	2,083	83
11	22	2,083	46
13,5	70	2,083	146
15,5	19	2,083	40
20	10	2,083	21
22,5	11	2,083	23
28	3	2,083	6
35	3	2,083	6
Consumo anual aproximado			460

Fonte: O Autor (2017).

4.1.4 Paradas para manutenção corretiva

Conforme registro do setor de manutenção, no ano de 2016, os equipamentos sofreram 22 intervenções durante o processo produtivo, totalizando um somatório de 122,9 horas de parada em um ano. Novamente, pela não exigência de maior agilidade no conserto pela baixa produção e pela cobertura proporcionada pelas demais furadeiras, em nenhum momento a linha de montagem parou pela necessidade de manutenção corretiva. Este cenário pode não existir em caso de produção em carga máxima de 25 carros por dia, exposta anteriormente. Com isso, o cenário é estimado com aumento proporcional das manutenções, utilizando o mesmo fator de projeção do consumo de brocas, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Tempo de paradas de manutenção

ORDENS DE SERVIÇO	TIPO DE MANUTENÇÃO	
	MECÂNICA	ELÉTRICA
22	16	6
TEMPO TOTAL (h)	FATOR PROJEÇÃO	TEMPO TOTAL PROJETADO (h)
59	2,083	122,9
Tempo anual aproximado (h)		122,9

Fonte: O Autor (2017).

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DO CENÁRIO ATUAL

4.2.1 Custos de consumíveis

O fluido lubri-refrigerante pulverizado, conforme Tabela 3, tem consumo aproximado de um recipiente de 20 litros por mês, ao custo de R\$40,60, totalizando um custo anual de R\$446,60 (considerando 11 meses de produção).

O ano de 2016 se caracterizou pela bandeira verde nas contas de energia. Com isso o custo de energia elétrica, com base no consumo exposto na Tabela 4, e utilizando a taxa por kwh cobrada pela distribuidora de energia de R\$1,34, tem-se um custo de consumo anual de R\$18.146,82 (230 dias úteis), conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Custo de consumo de energia

ITEM	QTDE
Consumo diário aproximado (kwh)	58,88
Dias úteis	230
Custo kwh	R\$1,34
Custo anual aproximado	R\$18.146,82

Fonte: O Autor (2017).

O consumo de brocas disposto na Tabela 5, observados os valores unitários informados pelo setor de manutenção, mostram um custo anual de R\$46.090,54 em brocas, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Custo de consumo de brocas

DIÂMETRO (mm)	QTDE 2016	CUSTO UNIT.	CUSTO PARCIAL
7	90	R\$76,09	R\$6.816,40
9	83	R\$82,56	R\$6.880,00
11	46	R\$89,34	R\$4.094,75
13,5	146	R\$90,06	R\$13.133,75
15,5	40	R\$116,68	R\$4.618,58
20	21	R\$125,32	R\$2.610,83
22,5	23	R\$160,09	R\$3.668,73
28	6	R\$252,37	R\$1.577,31
35	6	R\$430,43	R\$2.690,19
Custo anual aproximado			R\$46.090,54

Fonte: O Autor (2017).

4.2.2 Custos de mão-de-obra

Conforme seção 4.1.1, para esta produção de 25 chassis por dia, são necessários 05 operadores de furadeira. Os custos totais anuais dos 05 operadores, já inclusos os encargos e benefícios, somam R\$226.910,64, conforme Tabela 9.

Tabela 9 – Custo de mão-de-obra

ITEM	QTDE
Salário base	R\$1.872,20
Encargos e benefícios (102% s. base)	R\$1.909,64
Quantidade de meses	12
Número de operadores	5
Custo anual aproximado	R\$226.910,64

Fonte: O Autor (2017).

4.2.3 Custos de paradas de manutenção corretiva e materiais

Para custeio das paradas de manutenção foram consideradas somente as corretivas, bem como os materiais necessários para os reparos. Estes materiais estão listados na Tabela 10, com informações do setor de manutenção, ao custo total de R\$12.890,77 anuais.

Tabela 10 – Custo de materiais de reparo

ITEM	CUSTO	FATOR PROJEÇÃO	CUSTO PARCIAL
Eixo furadeira	R\$1.000,00	2,083	R\$2.083,00
Arame de solda	R\$117,00	2,083	R\$243,71
Anéis de vedação	R\$20,00	2,083	R\$41,66
Botões para comando	R\$30,00	2,083	R\$62,49
Cabo de ligação	R\$30,00	2,083	R\$62,49
Fita isolante	R\$11,56	2,083	R\$24,08
Esferas para mandril	R\$200,00	2,083	R\$416,60
Válvulas de freio pneumática	R\$3.000,00	2,083	R\$6.249,00
Haste do pistão	R\$500,00	2,083	R\$1.041,50
Nebulizador multifuncional	R\$600,00	2,083	R\$1.249,50
Contatora de comando	R\$150,00	2,083	R\$312,45
Sistema de resfriamento	R\$400,00	2,083	R\$833,20
Esguicho da furadeira	R\$15,00	2,083	R\$31,25
Mangueira	R\$15,00	2,083	R\$31,25
Tampa de proteção	R\$100,00	2,083	R\$208,30
Custo anual aproximado			R\$12.890,77

Fonte: O Autor (2017).

Como este equipamento trata-se de um gargalo produtivo, a linha de montagem está atrelada ao seu funcionamento, portanto foi considerado que a parada do equipamento causa a parada na linha de montagem. Na prática isso não aconteceu, pois, como exposto na seção 4.1.4, a cobertura das outras furadeiras não permitiu que isso acontecesse. O que não aconteceria em caso de carga cheia de 25 chassis por dia. Com isso, além do custo em materiais, entram na conta o custo do recurso do setor longarinas, que é de R\$118,20 por hora e mais os 12 estágios da linha ao custo de R\$81,14 por hora por estágio, conforme dados da Engenharia de Processos, e o tempo de parada exposto na Tabela 6, tem-se um valor anual aproximado de R\$134.192,05 de custo de tempo de parada de manutenção e, consequentemente, linha de montagem parada, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Custo de parada por manutenções corretivas

ITEM	QTDE
Custo recurso longarinas por hora	R\$118,20
Custo recurso por estágio por hora	R\$81,14
Quantidade de estágios	12
Custo total linha de montagem por hora	R\$1091,88
Tempo de parada anual em horas	122,9
Custo anual aproximado	R\$134.192,05

Fonte: O Autor (2017).

4.2.4 Custos com máscaras de furação

Conforme disposto na seção 3.1.5, um dos principais problemas apontados na operação são os dispositivos de furação, as máscaras. São custosos, demorados e representam pouco caráter de CM, pois deixam a desejar nos três quesitos da CM: baixo custo, tempo razoável e qualidade garantida. Para o custeio, utilizou-se também do fator de projeção. Estas máscaras e alterações são feitas na unidade 1. Conforme registros de ordens de fabricação das mesmas, sob controle da Engenharia de Processos, tem-se um custo anual com máscaras e alterações de R\$194.250,00, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Custo com máscaras e alterações

ITEM	QTDE
Custo com máscaras e alterações	R\$93.240,00
Fator de projeção	2,083
Custo anual aproximado	R\$194.250,00

Fonte: O Autor (2017).

4.2.5 Custos com não qualidade

Conforme disposto no decorrer do trabalho, o setor é um gargalo produtivo, sendo constantemente observada sua melhoria, a fim de minimizar as falhas, tanto operacionais quanto de equipamento. O produto do setor, a longarina, devido a sua criticidade não tem margem para não qualidade. A criticidade advém do fato que todos os furos do perfil são necessários para fixação de itens, que não podem deixar de ser montados em linha, como por exemplo, motor.

Com isso, o processo de montagem de um chassi é sensível à qualidade das longarinas. Portanto, toda não qualidade na longarina deve ser corrigida de forma imediata. A não qualidade se resume a três itens:

- a) furos com excesso de rebarba sendo necessário seu repasse;
- b) falta de algum furo, por falha do operador na utilização da máscara;
- c) furos com diâmetro errado, por falha do operador.

Então não há rejeição de peças, há apenas o custo do tempo de linha parada. Conforme apontamentos do setor, ocorrem, em média, 10 problemas por não qualidade por dia, devendo ser corrigidos de forma imediata, ocasionando a parada de linha. Estes consertos, desde a detecção do problema em linha, até o deslocamento do operador com furadeira

manual pneumática móvel, traço da marcação do furo, furação, findando no teste de montagem imediato que se segue, levam aproximadamente 5 minutos.

Com isso o custo do tempo de linha parada, considerando o custo do recurso da linha de montagem como um todo, que é de R\$18,20 por minuto (R\$1091,88/hora divididos por 60 minutos) e o tempo de parada exposto de 50 minutos diários, tem-se um custo anual de R\$209.300,00, conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Custo de não qualidade

ITEM	QTDE
Quantidade de concertos diários	10
Tempo aproximado do concerto unitário (min)	5
Tempo aproximado de concertos totais diários (min)	50
Dias úteis	230
Tempo aproximado de concertos totais anual (min)	11500
Custo do recurso por minuto na linha de montagem	R\$18,20
Custo anual aproximado	R\$209.300,00

Fonte: O Autor (2017).

4.3 DEFINIÇÃO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NO ESTUDO

A fim de situar o estudo no quesito alternativas técnicas que atendam a proposta, expõem-se alternativas técnicas, sendo uma das etapas mais importantes do trabalho. Como já citado na seção 1.2, o novo equipamento foi escolhido mediante estudo do agrupamento de operações por similaridade de processo e não por família de produtos, reduzindo custos, tempo de entrega, garantindo a qualidade e atendendo todas as configurações de longarinas rapidamente, não estando refém de uma pré-padronização vinda da Engenharia de produto, customizando, assim, em massa. Neste sentido, em estudo conjunto entre Engenharia de Processos e Engenharia de Produto, verificaram-se três alternativas técnicas. Todas são com processo de corte automático por CNC. As opções foram uma máquina de corte a plasma, uma máquina de corte a *laser* e um centro de usinagem.

Para a máquina de corte a plasma contactou-se a empresa Silber do Brasil. Esta alternativa atenderia boa parte dos requisitos, exceto o item qualidade. O processo de corte a plasma apresenta uma peculiaridade a qual os furos se mostram com um grau elevado de conicidade. O ângulo desta conicidade é proporcional à espessura do perfil, velocidade de corte e espessura do perfil. O que se observou então é que o plasma atende chapas de pequenas espessuras (de 2 a 3 mm) com aplicações específicas, as quais a conicidade não tem

tanta influência, pois o plasma é indicado para pequenas espessuras (PIMENTA, 2013). Esta aplicação não condiz com a de uma longarina, a qual não permite que os furos tenham esta conicidade, pois haveria má fixação dos componentes, vibrações, desgaste de fixadores e possíveis quebras de componentes pelo efeito conjunto destes fatores, conforme Engenharia de Produto. Todas estas informações foram observadas em visita a Silber do Brasil e análise de um par de longarinas, expostas no Anexo G. Por estas razões esta alternativa foi descartada.

Sobre a máquina de corte a *laser*, estudou-se internamente com o corpo técnico da unidade 1 da Agrale, já com bastante experiência neste tipo de equipamento, pois a Agrale produz internamente diversos de seus componentes para chassis com operações no *laser*. Nesta consultoria à unidade 1, observou-se que a aplicação do *laser* exige muitas adaptações e alto investimento. Os equipamentos giram na casa de R\$1.700.000,00, mais investimentos em preparação e instalação, próximos a R\$900.000,00. Outro ponto, dependendo do tamanho e espessura da chapa, o *laser* exige que a dobra da mesma, para se tenha a geometria e qualidade desejada, seja feita após a operação do *laser*. Este é o caso da longarina. O preço de uma máquina dobradeira é aproximadamente R\$700.000,00. Ainda tem-se a situação da qualidade da matéria-prima, pois o *laser* é extremamente sensível às variações da chapa, ou seja, seria necessário também o investimento em uma máquina jateadora, por R\$300.000,00 ou ainda uma qualificação do fornecedor, o que invariavelmente aumentaria o custo de matéria-prima. No tema matéria-prima, também seria exigida uma nova disposição do leiaute do setor, que trabalharia com chapas e não com perfis.

Desta forma o *laser* exigiria uma nova concepção do negócio, com mudança total na tecnologia e processos empregados na operação, com alteração radical no leiaute das máquinas, replanejamento do modelo de negócio, necessidade de estudo mais aprofundado de utilização desta nova máquina, qualificação de fornecedores e qualificação de operadores, a fim de justificar o investimento. Com isso já se inviabiliza a utilização deste tipo de equipamento, pois exigiria um valor alto de investimento inicial. Ou seja, apesar de a máquina de corte a *laser* possuir boa parte dos requisitos solicitados, conforme validação da opção pelos setores envolvidos no trabalho, seria um excesso de recurso e tecnologia, tendo por base a aplicação simples solicitada, que é apenas a realização de furos, visto que não seriam feitos outros tipos de peças na máquina, que não longarinas, não se tendo volume de produção que justifique uma máquina deste porte. Um último dado, as máquinas *laser* da unidade 1 não comportam as dimensões de uma longarina, tendo apenas 05 metros de comprimento, descartando-se então a utilização das mesmas para este fim.

Por fim chegou-se a avaliação da alternativa centro de usinagem, onde contatou-se a empresa Ficep, com matriz situada na Itália. Em avaliação conjunta pela Engenharia de Processos e Engenharia de Produto, a oferta ideal do catálogo da empresa seria o modelo Vanguard 4 com mesa de 1200x1200 mm e comprimento de 12 metros. Este equipamento atende os requisitos solicitados na seção 3.2.3. Este modelo substituiria as 04 furadeiras manuais em termos de produtividade. A imagem ilustrativa e leiaute básico do equipamento estão dispostos nos Anexo H e I, respectivamente. Mesmo com a capacidade de substituição das 04 furadeiras manuais, as mesmas não seriam imediatamente eliminadas, sendo deslocadas para o setor de manutenção, a fim de se tornarem um *backup* para uma possível parada do equipamento proposto, até porque não existe mais mercado para estas furadeiras, visto de sua obsolescência, ou seja, contabilmente não existe valor residual para elas.

A Vanguard 4 trabalha com sistema de portal, portanto atende grandes dimensões, pois o perfil percorre o portal e os cabeçotes são fixos na coordenada comprimento, apenas se movimentando largura e altura. São 03 cabeçotes, trabalhando um na vertical e outros dois na horizontal, sendo um pelo lado esquerdo e um pelo lado direito do perfil. Esta configuração permite que o perfil não necessite ser girado para as furações laterais, reduzindo tempo de operação, sendo motivo de grande ganho de produtividade.

Então se iniciou o detalhamento dos requisitos solicitados na seção 3.2.3. Iniciando com o item (a), conforme o fabricante, o equipamento está em completa conformidade às normas de segurança, não sendo necessária nenhuma adaptação. No quesito qualidade considerou-se atendido, pois as furações sendo automáticas, com a rotação e avanço corretas, garantem geração mínima de rebarba. Ainda, com os desenhos das longarinas vindo em formato “.dxf” (*Solid Edge*®) enviados pela Engenharia de Produto, os programas de furação da máquina serão convertidos deste formato pela Engenharia de Produto para linguagem de máquina com o auxílio de um *software*, detalhado adiante, em tese, não existirá erro por falta de furos. O item (b) também é cumprido, pois o avanço da mesa, troca de brocas e a furação em si são automáticos, sem interferência do operador. Pelo item (c), as 04 furadeiras atuais, como já citado tem uma taxa aproximada de furação de 127 mm lineares por minuto, ou seja, uma taxa global equivalente de 508 mm lineares por minuto pelas 04 furadeiras, quando a simulação do equipamento Ficep mostrou uma taxa aproximada de 600 mm lineares por minuto. Portanto o item (c) é atendido com 01(um) equipamento Vanguard 4. O item (d), aumento para mesa de 12 metros, é atendido, pois como já exposto o sistema de portal permite grandes dimensões, até muito maiores que 12 metros. O item (e) é atendido mediante estudo do leiaute básico exposto no Anexo I, já em escala pelas dimensões fornecidas pela

oferta Ficep. E por fim, o item (f) é atendido, pois conforme fabricante há opção de *software* de conversão de formato *Solid Egde*® e salvamento de programas, com opção de carregamento por portas USB (*pen-drive*).

Já existe um relacionamento prévio com a empresa Ficep, em uma tentativa no passado de viabilizar este investimento, porém sem a profundidade proposta por este trabalho, a qual tentativa ficou em espera, já alicerçando as conversas. Neste sentido, a Agrale entende que o processo deve ser modernizado e que esta melhoria tem fatores que transcendem valores monetários, sabido que o parque fabril deve estar em constante atualização. Ainda em modernização, parte dela consiste em possibilitar ajustes futuros no equipamento, os quais, segundo o fabricante, é facilmente personalizável. As informações técnicas do equipamento estão contidas nos Anexo J.

A Tabela 14 apresenta um comparativo entre as alternativas estudadas, onde se observa apenas a alternativa Centro de Usinagem como obtendo todos os requisitos solicitados.

Tabela 14 – Comparativo de atendimento dos requisitos

REQUISITOS	PLASMA	LASER	CENTRO DE USINAGEM
Atendimento às normas de segurança	Sim	Sim	Sim
Qualidade garantida	Não	Sim	Sim
Avanço e furação por CNC e magazine de brocas	Sim	Sim	Sim
Substituir as 04 furadeiras em capacidade	Sim	Sim	Sim
Aumento de comprimento útil de 8,5 para 12 metros	Sim	Sim	Sim
Área física fabril idêntica atual	Sim	Não	Sim
Interface <i>Solid Egde</i> ® e salvamento de programas	Sim	Sim	Sim
Investimento previamente disponibilizado	Sim	Não	Sim
Não necessidade de qualificação de fornecedores (matéria-prima)	Sim	Não	Sim
Não necessidade de nova concepção do processo	Sim	Não	Sim

Fonte: O Autor (2017).

4.4 IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS DO EQUIPAMENTO PROPOSTO

A mensuração dos ganhos com o novo equipamento foi obtida com a diferença entre os custos do equipamento atual e os estimados propostos. O investimento inicial para o

equipamento básico proposto Vanguard 4, ou seja, a versão *standard*, é de €\$246.900,00. Além disso, incluem-se os valores dos seguintes opcionais estudados e avaliados como necessários:

- a) €\$9.000,00 para o sistema eletrônico de referência da coordenada zero, combinado com o CNC;
- b) €\$11.400,00 para a expansão da capacidade dos cabeçotes de 03 para 06 ferramentas, a fim de reduzir a quantidade de *setup*;
- c) €\$9.700,00 para licença de *software Project Manager*® a fim de facilitar o gerenciamento das inúmeras versões de produtos;
- d) €\$5.200,00 para licença de *software Import CAD-DXF*® a fim de converter rapidamente do formato *Solid Edge*® para a linguagem de máquina, por intermédio do *Project Manager*®;
- e) €\$4.000,00 para viagem, estadia, alimentação e transporte, durante o treinamento na Itália, para 02 pessoas por 03 dias (valores aproximados);
- f) €\$4.000,00 com despesas de instalação, estadia do corpo técnico da Ficep e disponibilização de pessoal qualificado no auxílio ao corpo Ficep;
- g) €\$111.245,00 com despesas de frete desde a Itália até a planta Caxias mais taxas de importação, conforme Anexo L.

Portanto tem-se um investimento inicial €\$401.445,00, conforme orçamento de valores do Anexo J. Com a cotação atual do Euro em R\$3,40 (em 27/03/17) e orçamento Ficep, o investimento inicial fica em R\$1.364.913,00. Segundo análise da Engenharia de Processos e controladoria de custos, o custo do recurso com o novo equipamento, por se tratar de um centro de usinagem, fica em R\$204,27/hora. Os custos anuais do equipamento proposto são descritos na sequência.

O consumo de energia aumenta, pois o equipamento tem potência de 17 kw por cabeçote, com três cabeçotes são 51 kw, utilizando-se o mesmo cálculo da Tabela 7, findando em R\$104.683,21 anuais, conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Custo de consumo de energia proposto

ITEM	QTDE
Consumo diário aproximado (kwh)	339,66
Dias úteis	230
Custo kwh	R\$1,34
Custo anual aproximado	R\$104.683,21

Fonte: O Autor (2017).

Com o sistema atual, conforme exposto na seção 3.1.5, não existe estudo de avanço e rotação ideais para os determinados diâmetros de brocas, até porque as furadeiras atuais só têm algumas faixas de rotação, não abrangendo todas as possíveis rotações necessárias para os diferentes diâmetros de brocas. O fabricante estima, pela correta rotação e avanço exercidas para os diferentes diâmetros de brocas, proporcionadas pelo novo equipamento, uma redução de 10% no consumo de brocas, totalizando R\$41.481,49,00 anuais, conforme Tabela 16.

Tabela 16 – Custo de consumo de brocas proposto

ITEM	QTDE
Consumo anual atual aproximado	R\$46.090,54
Redução de 10%	R\$4.609,54
Custo anual aproximado	R\$41.481,49

Fonte: O Autor (2017).

O novo equipamento trabalha com o conceito chamado MQL (*Minimum Quantity Lubrication* / Quantidade Mínima de Lubrificação), ao invés de inundar a área de usinagem da peça (TAI et al., 2014). O fabricante estima, pelo sistema MQL do equipamento, uma redução de 15% no consumo de fluido lubri-refrigerante, totalizando R\$379,61 anuais, conforme Tabela 17.

Tabela 17 – Custo de consumo de fluido lubri-refrigerante proposto

ITEM	QTDE
Consumo anual aproximado	R\$446,60
Redução de 15%	R\$66,99
Custo anual aproximado	R\$379,61

Fonte: O Autor (2017).

Quanto à manutenção, o fabricante oferece um plano mensal de preventivas, operacionalizados por um representante da região da serra gaúcha. Este plano garante a continuidade da utilização do equipamento. Com este plano há diversas vantagens, dentre elas o desconto em manutenções corretivas, desconto em peças de reposição, parcelamento do plano em 12 vezes iguais e atualização de *software*. Sendo assim considera-se não haver paradas de linha devido à manutenção, então se tem apenas o custo de R\$1.000,00 mensais do plano de manutenção contratado, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Custo de plano de manutenção contratado proposto

ITEM	QTDE
Mensalidade	R\$1000,00
Quantidade de meses	12
Custo anual aproximado	R\$12.000,00

Fonte: O Autor (2017).

Pela eliminação do sistema de máscaras de furação, o tempo de *set-up* se reduz a aproximadamente 5 minutos, pois o programa de furação já vem exportado do *Solid Edge*®, convertido pelo *software Project Manager*® (*Import CAD-DXF*®), conforme exposto nas etapas anteriores. A quantidade de *set-ups* diários é dependente do *mix* de produção. Com 25 carros por dia, trabalhando com as 03 famílias de produtos Agrale (chassis leves, Volares e caminhões), idealizando um cenário com planejamento de fluxo de linha por blocos de modelos, estimam-se no cenário atual pelo menos 05 *set-ups* por dia por furadeira, totalizando 20. No novo sistema então com este tempo de 5 minutos, 5 vezes ao dia, sendo somente 01 equipamento, ao custo do recurso estimado de R\$204,27/hora, ou R\$3,41/min, têm-se um custo de R\$19.607,50 anuais, conforme Tabela 19.

Tabela 19 – Custo de operações de *set-up* proposto

ITEM	QTDE
Inserção/troca do programa de furação (min)	5
Quantidade de vezes ao dia	5
Dias úteis	230
Custo do recurso por minuto proposto	R\$3,41
Custo anual aproximado	R\$19.607,50

Fonte: O Autor (2017).

A eliminação do sistema de máscaras proporciona então custo zero para o novo equipamento. A eliminação das perdas por não qualidade proporciona custo zero para o novo equipamento.

Com o novo sistema, estima-se a redução de três funcionários, ou seja, com dois funcionários a um salário superior, de R\$3.872,00/mês, devido à nova qualificação exigida para o equipamento, com custo total anual de R\$173.170,56, já contabilizados encargos e benefícios, conforme Tabela 20.

Tabela 20 – Custo de mão-de-obra proposto

ITEM	QTDE
Salário base	R\$3.572,00
Encargos e benefícios	R\$3.643,44
Quantidade de meses	12
Nº de operadores	2
Custo anual aproximado	R\$173.170,56

Fonte: O Autor (2017).

Com base no referencial da seção 2.3, 2.4 e 2.5, CM, AI e VP, respectivamente, outros ganhos não mensuráveis podem existir, como: agilidade em atendimento de novas versões de longarinas, novos negócios, atendimento a nichos específicos de mercado, fidelização do cliente com base na melhor performance de entrega, estratégia futura da empresa para com tecnologia, dentre outros imponderáveis. Assim têm-se ganhos totais anuais com o novo equipamento de R\$535.653,75, conforme resumo posto em Apêndice A.

4.5 ANÁLISE DE VERTICALIZAÇÃO DE PRODUTOS

Nesta etapa se identificam possíveis longarinas a serem verticalizadas, devido a possibilidade de ganho com a compra do novo equipamento. Com a redução de aproximada 75% de tempo de *set-up* e de 30% de *lead-time*, proporciona-se capacidade a ser explorada.

Com o novo equipamento poderiam ser verticalizadas também as longarinas da linha de chassis médios da Agrale, as quais nenhuma delas é feita internamente hoje pelo limitante do comprimento (8,5 metros). Com isso foram escolhidos os pares de longarinas mais utilizados da linha de montagem deste estudo (linha leve) e as longarinas da linha midi, a fim de custear os ganhos com a possível verticalização. Levando em conta apenas o ano de 2016, tem-se uma estimativa de ganhos anuais com a verticalização de R\$82.780,31, conforme Apêndice B, sendo os maiores ganhos verificados nas longarinas da linha midi (MA15, MA17 e Caminhão 14000).

4.6 ANÁLISE TÉCNICA-ECONÔMICA

Nesta etapa realizou-se o confronto entre a parte técnica do equipamento, custos atuais e propostos obtidos e fatores imponderáveis, com o desejo da empresa. Pretendeu-se

determinar se o investimento é interessante e rentável para a empresa, com base na TMA informada e o *pay-back* desejável, calculando-se os indicadores CAUE, VPL, TIR e *pay-back*.

4.6.1 Análise técnica

Os requisitos técnicos solicitados na seção 3.2.3, foram atendidos mediante verificação no estudo da seção 4.3, conforme já exposto. Estes requisitos estão resumidos na Tabela 21.

Tabela 21 – Atendimento dos requisitos técnicos

REQUISITOS	ATENDIDO?
Atendimento às normas de segurança	Sim
Qualidade garantida	Sim
Avanço e furação por CNC e magazine de brocas	Sim
Substituir as 04 furadeiras em capacidade	Sim
Aumento de comprimento útil de 8,5 para 12 metros	Sim
Área física fabril idêntica atual	Sim
Interface <i>Solid Edge</i> ® e salvamento de programas	Sim

Fonte: O Autor (2017).

4.6.2 Análise econômica

Conforme exposto no início da seção 4.6, são expostos a seguir os indicadores CAUE, VPL, TIR e *pay-back*, confrontando com a TMA de 19,25% ao ano e *pay-back* desejável de até 2 anos, solicitado pela Agrale.

4.6.2.1 Custo anual uniforme equivalente (CAUE)

Utilizando planilha de Excel®, foi calculado o CAUE do equipamento atual e o proposto, informando o investimento inicial, o valor residual do equipamento após os 10 anos (período analisado), custos operacionais conforme resumo no Apêndice A e a TMA. Considerou-se como uma substituição não idêntica. O equipamento atual encontra-se completamente depreciado e o valor residual após 10 anos do equipamento proposto é de 30% do investimento inicial. Ao final do período, a possível venda do equipamento proposto tem incidência de 35% de imposto de renda. Considerou-se também que as furadeiras atuais não

têm mais mercado e que, portanto, não há valor residual para elas. A Tabela 22 apresenta o resumo das entradas para o cálculo do CAUE.

Tabela 22 – Demonstrativo das entradas para o cálculo do CAUE

DESCRIÇÃO	FURADEIRAS ATUAIS	CENTRO DE USINAGEM
Investimento	R\$0,00	R\$1.364.913,00
Valor residual (venda)	R\$0,00	R\$409.473,90
Imposto de renda 35%	R\$0,00	R\$143.315,87
Valor residual após I.R.	R\$0,00	R\$266.158,04
Custos operacionais (a.a.) (resumo Apêndice A)	R\$1.023.467,42	R\$487.813,67
Depreciação 10% (a.a.)	R\$0,00	R\$136.491,30
Período (anos)	10	10
TMA (%) (a.a.)	19,25	19,25
CAUE	R\$1.023.467,42	R\$794.482,63

Fonte: O Autor (2017).

Percebe-se o CAUE maior para o equipamento atual, R\$1.023.467,42 contra R\$794.482,63 do equipamento proposto. O cálculo foi feito por planilha de Excel®, na qual tem embutidas as fórmulas expostas no referencial 2.4.4.

4.6.2.2 Valor presente líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR) e *Pay-back*

Utilizando planilha de Excel®, foi calculado o VPL, a TIR e o *pay-back* do equipamento proposto, informando o investimento inicial, o valor residual do equipamento após 10 anos (período analisado), os ganhos anuais (que entram no cálculo como receitas) e a TMA. A seguir Tabela 23 com resumo das entradas para o cálculo do VPL, TIR e *pay-back*.

Tabela 23 – Demonstrativo das entradas para o cálculo do VPL, TIR e *Pay-back*

DESCRIÇÃO	CENTRO DE USINAGEM
Investimento	R\$1.364.913,00
Valor residual (venda)	R\$409.473,90
Imposto de renda 35% (venda)	R\$143.315,87
Valor residual após I.R. (venda)	R\$266.158,04
Ganhos anuais	R\$535.653,75
Período (anos)	10
TMA (%) (a.a.)	19,25
VPL	R\$984.984,90
TIR (%)	37,97
<i>PAY-BACK</i> Descontado (anos)	3,84
<i>PAY-BACK</i> Normal (anos)	2,55

Fonte: O Autor (2017).

O cálculo foi feito por planilha de Excel®, na qual tem embutidas as fórmulas expostas no referencial 2.4.4. Então tem-se um VPL de R\$984.984,90, uma TIR de 37,97%, um *pay-back* descontado de 3,84 anos (3 anos, 10 meses e 3 dias) e um *pay-back* normal de 2,55 anos (2 anos, 6 meses e 2 dias). Os dados finais de fluxo financeiro, VPL, TIR e *pay-back* encontram-se expostos no Apêndice C.

4.6.2.3 Análise do retorno

Com os indicadores econômicos encontrados, tem-se a análise final dos mesmos, indicando ou não a aquisição do equipamento.

O CAUE é menor no equipamento proposto, ou seja, ele tem um custo menor de operação anual. O VPL do equipamento proposto é maior que zero, portanto o investimento é viável. A TIR encontrada é maior que a TMA solicitada pela Agrale, 37,97% contra 19,25%. E por fim o *pay-back* descontado de 3 anos, 10 meses e 3 dias, maior que o solicitado pela Agrale, que é de 2 anos. Com isso, todos indicadores, exceto *pay-back*, sugerem a aquisição do equipamento proposto. Quanto ao *pay-back*, como citado na seção 3.2.6, é um indicador que não deve ser utilizado para seleção de alternativas, pois é apenas um guia que depende da política da empresa.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma forma de aplicação da CM no ramo automotivo no setor de furação de perfis e longarinas, na empresa Agrale. Esta forma foi obtida pela identificação dos principais problemas encontrados no setor estudado e, analisando opções de tecnologias, as quais poderiam proporcionar ganhos a este setor, analisou-se a viabilidade técnica e econômica para implantação desta nova tecnologia. Com base nos pressupostos da CM escolhidos, expostos no início da seção 4, buscou-se uma tecnologia que permitisse o agrupamento de todas as versões de longarinas por similaridade de processo, reduzindo a dependência de uma pré-padronização vinda da Engenharia de Produto e também reduzindo custo e tempo com dispositivos de furação.

Verificou-se então a objetivação das intenções gerais propostas e desenvolvidas ao longo do estudo, tal que foi a análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas, com base nos pressupostos da CM. Desta forma a estruturação do trabalho e, conseqüentemente, a execução dos objetivos específicos do trabalho, se deu em duas grandes áreas: técnica e econômica.

Na parte técnica verificou-se a alternativa mais interessante para o processo, observando os requisitos solicitados. Na parte econômica, de posse dos dados coletados, simulados e mensurados monetariamente (objetivos específicos (a) e (b)), desta alternativa escolhida, foram calculados os indicadores econômicos CAUE, VPL, TIR e *pay-back*. A finalização da análise técnico-econômica se deu com a afirmação de que o investimento é viável tanto técnica quanto economicamente, porém o *pay-back* encontrado é 1,84 anos maior que o esperado pela Agrale (objetivo específico (c)).

Houve também, conclusão deste trabalho, a confirmação e correto posicionamento do processo de furação de perfis e longarinas como um processo customizado em massa e de alto impacto no resultado da empresa, conforme referencial teórico, o qual até então não se tinha conscientemente um processo como tal. Até pela perpetuação deste sistema com máscaras de furação, nunca havia se entrado no tema com a profundidade e embasamento teórico proposto por este trabalho. Simularam-se cenários os quais apontaram para a aquisição do novo equipamento.

Conclui-se, retomando, que o investimento em um sistema automático por CNC no processo de furação de perfis e longarinas é viável, mediante análise de indicadores econômicos, e representa um avanço, sendo recuperável em 3 anos, 10 meses e 3 dias. É, por

fim, recomendado que estudos como este sejam arraigados em toda empresa, a fim de posicioná-la quanto a sua capacidade de investimentos.

REFERÊNCIAS

- AGRALE. **Informações Institucionais**. 2016a. Disponível em: <<http://www.agrale.com.br/pt/sobre-a-agrale/institucional>>. Acesso em 08 ago. 2016.
- AGRALE. **Sistema de Gestão Agrale**. 2016b. Software ABT, arquivos de dados e registros de produção, galeria de fotos e banco de dados geral.
- ALIZON, F.; SHOOTER, S.; SIMPSON, T.W. Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. **Design Studies**, v. 30, n. 5, p. 588-605, sept. 2009.
- ANTUNES JR, J.A.V. O mecanismo da função de produção: a análise dos sistemas produtivos do ponto de vista de uma rede de processos e operações. **Revista Produção Online**, v. 4, n. 1, p. 33-46, jun. 1994.
- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de Investimentos**. 11.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. Structuring the Development Funnel. In: WHEELWRIGHT, S. C. (Ed.). **Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality**. New York: Free Press, 1992. cap. 5, p. 111-132.
- CNT. **Confederação Nacional de Transportes**. Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatório gerencial. – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015.
- DAVIS, S.M. From “Future Perfect”: Mass customizing. **Planning Review**, v. 17, n. 2, p. 16-21, feb. 1989.
- DIAS, A.V.C. **Consórcio modular e condomínio industrial: elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automobilística**. São Paulo, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Brasil, 1998.
- DURAY, R. Mass customization origins: mass or custom manufacturing? **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 3, p. 314-328, mar. 2002.
- GHINATO, P. Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time. **Revista Produção**, v. 5, n. 2, p. 169-189, dec. 1995.
- HELO, P.T.; XU, Q.L.; KYLLÖNEN, S.J.; JIAO, R.J. Integrated Vehicle Configuration System: connecting the domains of mass customization. **Computers in Industry**, v. 61, n. 1, p. 44-52, jan. 2010.
- HESS, G.; MARQUES, J.L.; PAES, L.C.; PUCCINI, A. **Engenharia Econômica**. 5ª.ed. São Paulo: Difel, 1975.

KALNIN, J.L. **Apostila da disciplina de Análise de Investimentos**. 2016. (Material de aula).

KASSAI, J.R.; CASANOVA, A.P.C.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento**: abordagens matemática e contábil do lucro empresarial. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.

KYRILLOS, S.L.; SACOMANO, J.B.; MILREU, F.J.S; NETO, P.L.O. Customização em massa: gestão da produção industrial em redes de empresas. **Anais...** XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP, Fortaleza, CE, 2015.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MOTTA, R.; CALÔBA, G. **Análise de investimentos**: tomada de decisão em projetos industriais. 1.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MOURTZIS, D.; DOUKAS, M. Design and Planning of Manufacturing Networks for Mass Customisation and Personalisation: Challenges and Outlook. **Procedia Cirp**, v. 19, p. 1-13, sept. 2014.

OLIVEIRA, C.B.M. **Estruturação, identificação e classificação de produtos em ambientes integrados de manufatura**, São Carlos, 1999. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil, 1999.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PIMENTA, S.W. **Estudo comparativo dos processos de corte plasma e jato de água para chapa de aço inoxidável de 1” utilizado na construção de máquinas especiais**. São Caetano do Sul, 2013. Pós Graduação em Engenharia de Soldagem, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil, 2013.

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

POMPERMAYER, A.C. **Reestruturação produtiva na indústria de autopeças**: o caso de uma indústria mecânica na cidade industrial de Curitiba, Curitiba, 2000. Dissertação de Mestrado em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, Brasil, 2000.

PRODUTTARE CONSULTORES ASSOCIADOS (Porto Alegre). **Capacitação tecnológica "in company"**: engenharia de produção. Erechim: Produttare, 2006. Módulo V - Matriz de posicionamento estratégico de materiais.

RAGO, S.F.T.; JUNIOR, E.C.; BANZATO, E.; BANZATO, J.M.; MOURA, R.A. **Atualidades na gestão da manufatura**. 1.ed. São Paulo: IMAM, 2003.

ROMERO, A.P.R.C. **Desdobramentos e tendências atuais da reestruturação industrial**. Rio de Janeiro, 2004. Dissertação de Mestrado, Departamento Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVEIRA, G.; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F.S. Mass customization: literature review and research directions. **International Journal of Production Economics**, v.72, p. 1-13, jun. 2001.

TAI, B.L.; STEPHENSON, D.A.; FURNESS, R.J.; SHIH, A.J. Minimum Quantity Lubrication (MQL) in Automotive Powertrain Machining. **Procedia Cirp**, v. 14, p.523-528, 2014.

THALLMAIER, S.R. **Customer Co-Design**: a study in the mass customization industry. 1.ed. Leipzig, Germany: Springer Nature, 2015.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

TSENG, M. M.; RADKE, A.M. Production planning and control for mass customization. In.: FOGLIATTO, F.S., DA SILVEIRA, G. **Mass customization**: engineering and managing global operations. Springer Velag, 2010.

TORRES JÚNIOR, A.S. Metadecisão no modelo de gestão toyotista. **Ram, Revista de Administração Mackenzie (online)**, v. 11, n. 6, p. 6-30, dez. 2010.

UDDIN, N.; HOSSAIN, F. Evolution of Modern Management through Taylorism: An Adjustment of Scientific Management Comprising Behavioral Science. **Procedia Computer Science**, v. 62, p. 578-584, sept. 2015.

VASCONCELLOS, L.H.R. **Planejamento estratégico da cadeia de suprimentos**: uma contribuição aos modelos de decisões comprar/fazer através da aplicação de uma estrutura de análise de decisão no caso do Consórcio Modular em Resende, São Paulo, 2002. Dissertação de Mestrado em Administração da FGV/EAESP, São Paulo, Brasil, 2002.

VIDOR, G.; FOGLIATTO, F. Identificação de tipos de controle de qualidade para customização em massa, 2013. **Revista Produção Online**, v.13, n. 1, p. 134-161, jan./mar. 2013.

VIDOR, G.; MEDEIROS, J.F.; CRUZ, C.M.L. Atributos determinantes e serviços customizados em massa: sistemática para realizar o ajuste ótimo da oferta. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 29, p. 355-375, jan./mar. 2015.

VOLARE. **A Volare**, 2016. Disponível em: <<http://www.volare.com.br/a-volare>>. Acesso em 18 ago. 2016.

WILSON, J.M. Henry Ford's just in time system. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 15, n. 12, p. 59-75, dec. 1995.

ZHANG, X.; CHEN, R. Forecast-driven or customer-order-driven? An empirical analysis of the Chinese automotive industry. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 26, n. 6, p. 668-688, jun. 2006.

APÊNDICE A – COMPARATIVO DE CUSTOS ATUAIS E PROPOSTOS, COM OS GANHOS ANUAIS

CUSTO ANUAL (DESCRIÇÃO)	FURADEIRAS ATUAIS	CENTRO DE USINAGEM	GANHO ANUAL
Custo consumo energia elétrica	R\$ 18.146,82	R\$ 104.683,21	-R\$ 86.536,40
Custo consumo brocas	R\$ 46.090,54	R\$ 41.481,49	R\$ 4.609,05
Custo consumo fluido lubri-refrigerante	R\$ 446,60	R\$ 379,61	R\$ 66,99
Custo manutenção e parada de equipamento	R\$ 147.082,82	R\$ 12.000,00	R\$ 135.082,82
Custo de <i>set-up</i>	R\$ 181.240,00	R\$ 19.607,50	R\$ 161.632,50
Custo com máscaras e alterações	R\$ 194.250,00	R\$ 0,00	R\$ 194.250,00
Custo com linha parada por não qualidade	R\$ 209.300,00	R\$ 0,00	R\$ 209.300,00
Custo com mão-de-obra	R\$ 226.910,64	R\$ 173.170,56	R\$ 53.740,08
Custo depreciação (10% a.a.)	R\$ 0,00	R\$ 136.491,30	-R\$ 136.491,30
TOTAL	R\$ 1.023.467,42	R\$ 487.813,67	R\$ 535.653,75
Valor residual estimado final período	R\$ 0,00	R\$ 266.158,04	

Fonte: O Autor (2017).

APÊNDICE B – COMPARATIVO DE CUSTOS ITENS COMPRADOS X FABRICADOS

MODELO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COMPRIMENTO EM mm	CUSTO EXTERNO	CUSTO PERFIL	CUSTO INTERNO RECURSO POR HORA	LEAD-TIME (HORA)	CUSTO FINAL INTERNO	COMPRAS 2016 EM UNIDADES	GANHO ANUAL
V8L 6025.000.307.00.0	6025.002.302.00.9	LONGARINA DIR 4500EE	8335	R\$ 672,53	R\$ 478,15	R\$ 204,27	0,96	R\$ 673,93	58	-81,45
	6025.002.303.00.7	LONGARINA ESQ 4500EE	8335	R\$ 686,74	R\$ 478,15	R\$ 204,27	0,96	R\$ 673,93	58	742,73
V8L 6025.000.310.00.4	6025.002.350.00.8	LONGARINA DIR 4500EE	7985	R\$ 885,27	R\$ 375,37	R\$ 204,27	0,93	R\$ 565,79	24	7.667,47
	6025.002.351.00.6	LONGARINA ESQ 4500EE	7985	R\$ 885,27	R\$ 375,37	R\$ 204,27	0,93	R\$ 565,79	24	7.667,47
V9L 6025.000.502.00.6	6025.002.384.00.7	LONGARINA DIR 4800EE	7335	R\$ 680,00	R\$ 478,15	R\$ 204,27	0,96	R\$ 673,93	86	521,65
	6025.002.385.00.4	LONGARINA ESQ 4800EE	7335	R\$ 684,48	R\$ 478,15	R\$ 204,27	0,96	R\$ 673,93	86	906,93
W/L 6025.000.753.00.5	6025.002.478.00.7	LONGARINA DIR EX 5500EE	7535	R\$ 887,31	R\$ 594,34	R\$ 204,27	0,90	R\$ 777,87	4	437,77
	6025.002.479.00.5	LONGARINA ESQ EX SP 5500EE	7535	R\$ 887,31	R\$ 594,35	R\$ 204,27	0,90	R\$ 777,88	4	437,73
MA10 6020.000.323.00.8	6020.002.098.00.4	LONGARINA DIR 4800EE	7815	R\$ 892,87	R\$ 714,30	R\$ 204,27	0,92	R\$ 902,11	13	-120,17
	6020.002.099.00.2	LONGARINA ESQ 4800EE	7815	R\$ 892,87	R\$ 714,30	R\$ 204,27	0,92	R\$ 902,11	13	-120,17
MA15 6021.000.101.00.6	6021.002.086.00.7	LONGARINA DIR 5250EE	10575	R\$ 1.823,44	R\$ 1.194,72	R\$ 204,27	1,13	R\$ 1.424,82	16	6.377,89
	6021.002.087.00.5	LONGARINA ESQ 5250EE	10575	R\$ 1.823,44	R\$ 1.194,72	R\$ 204,27	1,13	R\$ 1.424,82	16	6.377,89
MA17 6021.000.213.00.9	6021.002.142.00.8	CJLONGARINA DIR 5950EEE SP	11000	R\$ 3.421,61	R\$ 1.026,40	R\$ 204,27	1,16	R\$ 1.263,01	3	6.475,79
	6021.002.143.00.6	CJLONGARINA ESQ 5950EE SP	11000	R\$ 3.421,61	R\$ 1.026,40	R\$ 204,27	1,16	R\$ 1.263,01	3	6.475,79
MA17 6021.000.204.00.8	6021.002.020.00.6	CJLONGARINA DIR 5950 / 6500EE	10575	R\$ 1.623,90	R\$ 1.194,72	R\$ 204,27	1,13	R\$ 1.424,82	69	13.736,41
	6021.002.021.00.4	CJLONGARINA ESQ 5950 / 6500EE	10575	R\$ 1.623,90	R\$ 1.194,72	R\$ 204,27	1,13	R\$ 1.424,82	69	13.736,41
C14000 6024.000.020.00.2	6024.002.012.00.7	LONGARINA DIR 4800EE	8330	R\$ 1.291,51	R\$ 861,69	R\$ 204,27	0,96	R\$ 1.058,32	14	3.264,70
	6024.002.013.00.5	LONGARINA ESQ 4800EE	8330	R\$ 1.291,52	R\$ 861,69	R\$ 204,27	0,96	R\$ 1.058,32	14	3.264,84
C14000 6024.000.070.00.7	6024.002.022.00.6	CJLONGARINA DIR / REFORCO 6024EE	9550	R\$ 1.825,06	R\$ 1.252,76	R\$ 204,27	1,05	R\$ 1.467,16	7	2.505,31
	6024.002.023.00.4	CJLONGARINA ESQ / REFORCO 6024EE	9550	R\$ 1.825,06	R\$ 1.252,76	R\$ 204,27	1,05	R\$ 1.467,16	7	2.505,31
TOTAL										R\$ 82.780,31

Fonte: O Autor (2017).

APÊNDICE C – FLUXO FINANCEIRO, VPL, TIR E PAY-BACK

ANOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Investimento	-R\$ 1.364.913,00										
Valor Residual											R\$ 266.158,04
Diferença líquida (Custo anual Atual x Proposto)		R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75
Saldo Final	-R\$ 1.364.913,00	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 535.653,75	R\$ 801.811,79
Fluxo de caixa descontado		R\$ 449.185,54	R\$ 376.675,50	R\$ 315.870,44	R\$ 264.880,87	R\$ 222.122,33	R\$ 186.266,10	R\$ 156.197,99	R\$ 130.983,64	R\$ 109.839,53	R\$ 137.875,96
TMA a.a. Agrale	19,25%	CÁLCULO DO PAY-BACK DESCONTADO				CÁLCULO DO PAY-BACK NORMAL					
		SALDO PAGO EM 3 ANOS			R\$ 1.141.731,48	SALDO PAGO EM 2 ANOS		R\$ 1.071.307,50			
VPL	R\$ 984.984,90	SALDO A PAGAR NO 4º ANO			R\$ 223.181,52	SALDO A PAGAR NO 3º ANO		R\$ 293.605,50			
TIR	37,97%	PERCENTUAL DO 4º ANO			0,84	PERCENTUAL DO 3º ANO		0,55			
		PAY-BACK DESCONTADO (anos)			3,84	PAY-BACK NORMAL (anos)		2,55			

O diagrama de fluxo de caixa ilustra o investimento inicial de -R\$ 1.364.913,00 no ano 0. A partir do ano 1, há fluxos de caixa descontados positivos: R\$ 449.185,54 (ano 1), R\$ 376.675,50 (ano 2), R\$ 315.870,44 (ano 3), R\$ 264.880,87 (ano 4), R\$ 222.122,33 (ano 5), R\$ 186.266,10 (ano 6), R\$ 156.197,99 (ano 7), R\$ 130.983,64 (ano 8), R\$ 109.839,53 (ano 9) e R\$ 137.875,96 (ano 10). O eixo horizontal representa os anos de 0 a 10, com setas verticais indicando a direção dos fluxos.

Fonte: O Autor (2017).

ANEXO A – ROTEIRO DE MONTAGEM

Roteiro de Montagem										
 AGRALE ABT-EGP - Engenharia de Processos		Código : 6027.000.201.00.1 - AGRALE/A10000 I				Data da Geração do Roteiro 12/09/2016				
		Estágio : LG01 - FURAÇÃO								
OP	Descrição da Operação	Instrução Trabalho	Item Baño	Peça / Mat. Auxiliares	Descrição	Qtde	UM	Torque UM	Instrumentos ou Dispositivos	Bem Contr.
10	<p>POSICIONAR MÁSCARA/DISPOSITIVO NO CARRO DE FURAÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selecionar dispositivos de furação conforme código das longarinas direita e esquerda; - Movimentar os dispositivos utilizando ponte rolante; - Ajustar os dispositivos nos carros de furação e fixá-los; <p>OBS: Seguir este procedimento para todos os códigos que serão furados;</p> <p>Última Alteração : 27/02/2016</p>	IT-CA-281								
		IT-CA-329								
20	<p>POSICIONAR PERFIL NO CARRO DE FURAÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selecionar perfil no estoque conforme código disponível na instrução de trabalho; - Movimentar perfil utilizando ponte rolante; - Riscar perfil na oca do furo posicionador; - Posicionar perfil no carro de furação, embaixo da máscara, atentando para que a oca do furo posicionador riscada previamente esteja alinhada com a máscara de furação. <p>OBS: Seguir este procedimento para todos os códigos que serão furados;</p> <p>Última Alteração : 14/03/2016</p>	IT-CA-297								
		IT-CA-329								
		IT-CA-524								
30	<p>FURAR PERFIS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Furar perfis conforme furos da máscara para o carro a ser montado; <p>OBS: Seguir este procedimento para todos os códigos que serão furados;</p> <p>Última Alteração : 27/02/2016</p>	IT-CA-1017								
		IT-CA-279								
		IT-CA-331								
40	<p>IDENTIFICAR LONGARINAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar código da longarina na peça furada; <p>OBS: Seguir este procedimento para todos os códigos que serão furados;</p> <p>Última Alteração : 27/02/2016</p>									
50	<p>MOVIMENTAR LONGARINAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Movimentar longarina furada para a área de rebarbação utilizando ponte rolante; <p>OBS: Seguir este procedimento para todos os códigos que serão furados;</p> <p>Última Alteração : 27/02/2016</p>									

Fonte: Agrale (2016).

ANEXO B – INSTRUÇÃO DE TRABALHO

		INSTRUÇÃO DE TRABALHO			Nro. IT-CA-261 Folha: 01 DE 01	
Denominação: INÍCIO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE LONGARINAS				Produto: TODOS		
Descrição:						
						
				<p>Para começar o processo de furação de longarinas, observar o código da máscara gravado em sua lateral, conforme mostrado na figura acima.</p>		
Data:	14/09/2016	Emitente:	Diego Dias	Aprovação:	NÃO ASSINAR NA FALTA	Distribuição: Conforme MOD.1147
OBS:					DO CARIMBO	MOD. I – 1069/1

Fonte: Agrale (2016).

ANEXO C – PLANILHA DE MONTAGEM SEMANAL

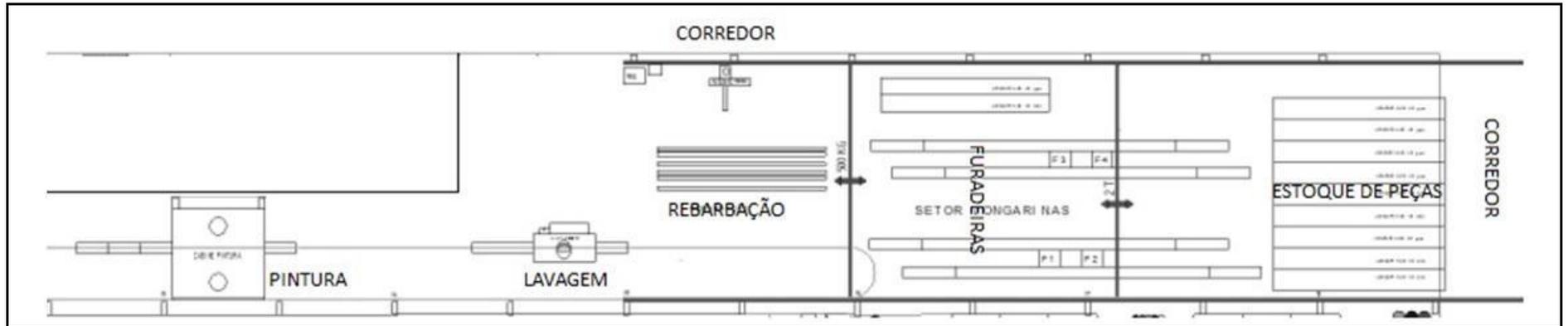
PROGRAMA DE MONTAGEM SEMANAL										CHASSI LEVE		
SEMANA 37					ALTERAÇÃO 00							
CZOS DOS COMPONENTES ANALISA			FIP ESTÁ NA LINHA		CARRO SAIU DE LINHA			FIPS PARA ENTRAR		CARRO CORTADO DE LINHA		
SEGUNDA-FEIRA												
Resat	Data	Modelo	Código	Via	Logarria	Motorização	Motor	Eixo	Plataforma	Roteiro	Alocação	OBS
1	12/set	MA8000VL	6025.000.306.00.2	V8EVL007361	Retr	Euro V	Cummins	Dana	10412735	SIM	SIM	
2	12/set	MA8000VL 3750EE ABS	6025.000.309.00.6	V8EVL007363	Retr	Euro V	Cummins	Dana	10412735	SIM	SIM	
3	12/set	MA3000W VOLARE W3	6025.000.616.00.4	W3EV003331	Curva	Euro V	MwM	Meritor	10495020	SIM	SIM	
4	12/set	MA3000W VOLARE W3	6025.000.614.00.3	W3EV003332	Curva	Euro V	MwM	Meritor	10495020	NÃO	SIM	
5	12/set	MA3000W VOLARE W3	6025.000.614.00.3	W3EV003333	Curva	Euro V	MwM	Meritor	10495020	NÃO	SIM	
6	12/set	MA3000W VOLARE W3	6025.000.614.00.3	W3EV003334	Curva	Euro V	MwM	Meritor	10495020	NÃO	SIM	
7	12/set	MA8000VL CAMPEIRO	6025.000.305.00.4	V8EVL007366	Retr	Euro V	Cummins	Dana	10412735	SIM	SIM	
8	12/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000331	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
9	12/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000392	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
10	12/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000393	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
TERÇA-FEIRA												
Resat	Data	Modelo	Código	Via	Logarria	Motorização	Motor	Eixo	Plataforma	Roteiro	Alocação	OBS
1	13/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000394	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
2	13/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000395	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
3	13/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000396	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
4	13/set	MA8000VL	6025.000.310.00.4	V8EVL007364	T4	Euro V	Cummins	Dana	10412735	SIM	SIM	
5	13/set	MA10000WL EX ABS	6025.000.707.00.1	W10EV000712	Retr	Euro V	MwM	Dana/Meritor	10430100	SIM	SIM	
6	13/set	MA8000VL	6025.000.310.00.4	V8EVL007365	T4	Euro V	Cummins	Dana	10412735	SIM	SIM	
7	13/set	MA10000WL EURO III	6013.000.110.00.4	W10EIII00106	Retr	Euro III	MwM	Meritor	10430100	NÃO	NÃO	
8	13/set	MA10000WL EURO III	6013.000.110.00.4	W10EIII00107	Retr	Euro III	MwM	Meritor	10430100	NÃO	NÃO	
9	13/set	MA3000WC EX	6025.000.652.00.3	W3EVC003335	Curva	Euro V	Cummins	Meritor	10495020	NÃO	SIM	
10	13/set	MA3000WC EX	6025.000.652.00.3	W3EVC003336	Curva	Euro V	Cummins	Meritor	10495020	NÃO	SIM	
QUARTA-FEIRA												
Resat	Data	Modelo	Código	Via	Logarria	Motorização	Motor	Eixo	Plataforma	Roteiro	Alocação	OBS
1	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000397	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
2	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000398	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
3	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000399	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
4	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000400	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
5	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000401	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
6	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000402	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
7	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000403	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
8	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000404	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
9	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000405	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
10	14/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000406	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
QUINTA-FEIRA												
Resat	Data	Modelo	Código	Via	Logarria	Motorização	Motor	Eixo	Plataforma	Roteiro	Alocação	OBS
1	15/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000407	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
2	15/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000408	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
3	15/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000409	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
4	15/set	AGRALE/MA3.2	6020.000.122.00.4	9BYC75A1AHC000410	T4	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	
5	15/set	AGRALE/MA8.7	6020.000.003.00.6	9BYC75A1AHC000715	Retr	Euro V	Cummins	Dana	6020.013.044.00.5	NÃO	SIM	A.T.116/16- SEMANA 38
6	15/set	AGRALE/MA3.2 ABS	6020.000.124.00.0	9BYC75A1AHC000411	T4	Euro V	Cummins	Dana/Meritor	6020.013.044.00.5	SIM	SIM	
7	15/set	AGRALE/MA3.2 ABS	6020.000.124.00.0	9BYC75A1AHC000412	T4	Euro V	Cummins	Dana/Meritor	6020.013.044.00.5	SIM	SIM	
8	15/set	AGRALE/MA3.2 ABS	6020.000.124.00.0	9BYC75A1AHC000413	T4	Euro V	Cummins	Dana/Meritor	6020.013.044.00.5	SIM	SIM	
9	15/set	AGRALE/MA3.2 ABS	6020.000.124.00.0	9BYC75A1AHC000414	T4	Euro V	Cummins	Dana/Meritor	6020.013.044.00.5	SIM	SIM	

Fonte: Agrale (2016).

ANEXO D – FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

 AGRALE <small>CCR - Controle de Garantia</small>		Ficha de Identificação do Produto - Caminhão		<small>Data: 14/09/16 Horz: 09:06</small>
Modelo: 79		Nº Chassi: SBYC79A2AHC000539		Ordem Prod: 8
Código: 6023.000253.001-T-AGRALE/10000				
Cor: BRANCA		Modelo: 2017		
Nº Motor: _____		Nº Cabra: _____		
Mod Motor: _____		Série Bateria: _____		
Série Tacógrafo: _____		Nº EGP: _____	SIMRAV: _____	
Nº E.D.: _____		Cod. ET.: _____	Nº ET.: _____	
Série 3º Ex: _____				
Mod. Pos Trat.: _____		Box Pos Trat.: _____	Mod ABS.: _____	
Cabine: _____		Cabra Trans: _____		
Detalhes: 				
Liberações: Somente Preencher se estiver correto				
Monitoramento Durante o Processo				
Estágio 1:	Num. Crachá:	Estágio 7:	Num. Crachá:	
Estágio 2:	Num. Crachá:	Estágio 8:	Num. Crachá:	
Estágio 3:	Num. Crachá:	Estágio 9:	Num. Crachá:	
Estágio 4:	Num. Crachá:	Estágio 10:	Num. Crachá:	
Estágio 5:	Num. Crachá:	Estágio 11:	Num. Crachá:	
Estágio 6:	Num. Crachá:	Estágio 12:	Num. Crachá:	
Data OK Montagem: ____/____/____				
Inspeção e Ensaio durante o Processo e Final:				
Revisão Líquidos / Lubrificação:		Num. Crachá:		
Revisão Elétrica:		Num. Crachá:		
Revisão Mecânica:		Num. Crachá:		
Teste Dinamômetro:		Num. Crachá:		
Teste de Vedação:		Num. Crachá:		
Teste de Frenometro:		Num. Crachá:		
Teste de Diagnoser:		Num. Crachá:		
Revisão Final / Pintura:		Num. Crachá:		
Data Liberação do Produto: ____/____/____		Num. Crachá:		Num. Crachá Analista:
Emitente: MFOGACA				

Fonte: Agrale (2016).

ANEXO F – LEIAUTE SETOR DE FURAÇÃO DE PERFIS

Fonte: Agrale (2016).

ANEXO G – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÁQUINA DE CORTE A PLASMA



De: Marco Aurelio Fogaca [<mailto:mfogaca@agrale.com.br>]

Enviada em: segunda-feira, 16 de janeiro de 2017 11:00

Para: Edson Geovane da Silveira <Edson@SilberdoBrasil.com.br>

Assunto: ENC: Especificações Técnicas

Caro Édson

Bom dia, tudo bem com você?

Sou Marco Aurélio e trabalho na Agrale unidade 2, no setor de programação e controle da produção. Estou realizando meu trabalho de conclusão de curso em engenharia de produção, sendo o tema avaliação técnica e econômica de alguns equipamentos.

Para isso necessito de especificações técnicas de determinados equipamentos.

Estou lhe contatando pelo seguinte. Pelo ano passado lhe contatamos, na pessoa do Marcos (que fui informado que já não trabalha mais com vocês), por intermédio da engenharia de processos, na pessoa do Vinicius, avaliando uma de suas ofertas de equipamento de furação CNC de corte à plasma. Foi o modelo Silber Cutter Pipe – 3000/6000/12000.

Porém houve a constatação de um problema de conicidade nos furos produzidos, o qual inviabilizou a sequência do estudo.

Enfim, o que gostaria com esse e-mail são especificações técnicas a respeito desta questão, como por exemplo o ângulo de conicidade, o aumento ou não desta conicidade em relação a espessura, etc.

Ou seja, resumidamente um documento, pode-se dizer laudo técnico, que me embase no estudo de meu TCC.

Desde já lhe agradeço a atenção e estou disponível no (54) 3238 8749.

Afora isso, lhe feliz ano novo!

Att,

Marco Aurélio Fogaça

Agrale S/A | Departamento de Montagem de Veículos | 55 (54) 3238 8749 | www.agrale.com.br

Esta mensagem tem conteúdo informativo, de responsabilidade do remetente e não constitui necessariamente obrigação/juízo das empresas integrantes do Grupo Agrale S.A. As informações nela contidas são confidenciais e dirigidas exclusivamente ao destinatário. O sigilo desta correspondência eletrônica e seus anexos é protegido por lei. Se V. Sa. recebeu esta mensagem por engano, avise imediatamente o remetente, e em seguida, apague-a.

ANEXO G – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÁQUINA DE CORTE A PLASMA (CONTINUAÇÃO)**Marco Aurelio Fogaca**

Assunto: ENC: Especificações Técnicas**De:** Edson Geovane da Silveira [<mailto:Edson@SilberdoBrasil.com.br>]**Enviada em:** segunda-feira, 16 de janeiro de 2017 14:30**Para:** Marco Aurelio Fogaca**Cc:** Juliano Bervig; Bruno Maciel; Alessandro Morari; Bruno Maciel**Assunto:** RES: Especificações Técnicas**Boa Tarde Marco,**

A questão da conicidade em furos cortados com máquinas a plasma ocorre em função da espessura, ou seja, quanto maior a espessuras mais acentuado fica o ângulo, como também o tipo de plasma (Se é de Alta definição tipo HPR, ou não tipo convencional Powermax), a qualidade do aterramento, a qualidade do ar comprimido, a integridade dos consumíveis, a velocidade de corte e a altura de corte. Todos estes fatores contribuem de uma forma ou outra para a qualidade ou não dos furos e também do corte.

O ângulo da conicidade em furos depende dos fatores acima informados, e podem variar de 1 a 10 graus, dependendo do plasma e ajustes da máquina (Feitos pelo operador) e pelo recurso de software que gera o programa.

O jato de plasma normal tem um formato parecido com o fogo de uma vela, ou seja, possui um corpo inicialmente reto e depois na ponta possui um formato curvo, que no caso do plasma é onde se identifica a formação da conicidade. Por isso que quanto mais espreça a peça a ser cortada, mais próximo da parte curva do corte. Além disso, quanto mais rápida a velocidade de corte do plasma mais cônico ficam os furos, pois o plasma fica com atraso na parte de baixo em relação a parte de cima do corte (Exemplificando: É como você tentar fazer um círculo na água com uma pena, o movimento superior onde você segura a pena faz o círculo perfeitamente, enquanto a ponta da pena fica para trás e tende a curvar e fechar o círculo), e quanto maior a velocidade mais acentuado fica o chanfro.

Explicando o que é um plasma de alta definição, é um processo desenvolvido pela Hypertherm (Fabricante de fonte plasma), que consiste num sistema que estrangula o feixe de plasma com o objetivo de prolongar o comprimento do jato do plasma, e assim conseguir alcançar espessuras maiores com menor angulação.

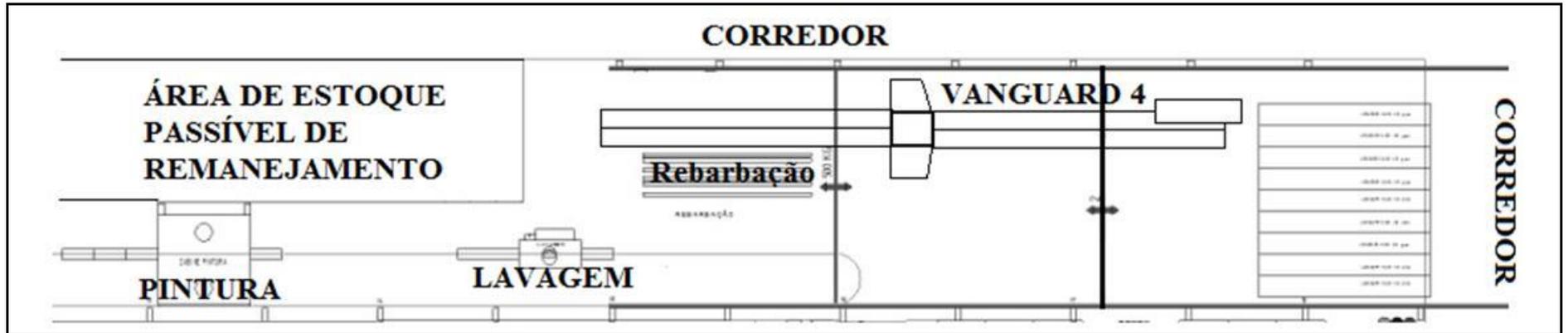
Fico a sua disposição para qualquer dúvida que tenha.

Atenciosamente
Edson Geovane da Silveira

ANEXO H – IMAGEM ILUSTRATIVA DO EQUIPAMENTO FICEP

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO I – LEIAUTE BÁSICO PROPOSTO COM EQUIPAMENTO FICEP



Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4

**VANGUARD 4
MOD.453 DDV**
AUTOMATIC CNC DRILLING LINE



OFFER

OFFER Nr. L1170185/RT

Gazzada, 8 March 2017

Messrs.
Agrale SA
BR 116 – KM 145, 15.104
95.059-520 Caxias do Sul
BRAZIL

Marco Aurelio Fogaça

453 DDV
AUTOMATIC CNC DRILLING LINE



OFFER Nr. L1170185/RT
Gazzada, 8 March 2017

MAIN TECHNICAL SPECIFICATIONS

Web and flange drilling, milling and scribing of one section only, according to the following specifications:

All beams

Web height	min. mm	80
	max. mm	460
Flange width	min. mm	10
	max. mm	305
Minimum length to be transferred	mm	2500
Max. length (can be extended with options)	mm	12000

I-Beams (without camber)

Web height	min.mm	80
	max.mm	460
Flange width	min.mm	30
	max.mm	310

UNP Channels (web downwards)

Web height	min. mm	60
	max. mm	460
Flange width	min. mm	30
	max. mm	300

Angles

Flange height (unequal flanges as well)	min. mm	50 x 50 x 5
	max. mm	250 x 250 x 40



FICEP SPA – Via Matteotti 71 – 31045 Gazzada Schianno (VI) – Italy
Tel. +39-0332-676111 – Fax +39-0332-462459 – Email ficep@ficep.it – Web www.ficepgroup.com



FICEP SPA – Via Matteotti 71 – 31045 Gazzada Schianno (VI) – Italy
Tel. +39-0332-676111 – Fax +39-0332-462459 – Email ficep@ficep.it – Web www.ficepgroup.com

PAG. 2/21

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE			453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE		
OFFER			OFFER		
Flats Width min. mm 100 max. mm 460			WU WORKING UNITS WU-01 Horizontal drilling head with one spindle (no. 2) Two horizontal drill heads, of monospindle type, positioned one facing the other, for flange drilling of the section.		
Square Tubes Size min. mm 50 x 50 max. mm 300 x 300			<i>Technical specifications:</i> <ul style="list-style-type: none"> Maximum drilling capacity at 52 Kg/mm² tensile strength mm 40 Flange stroke to suit the gauge line mm from -5 to 310 		
Rectangular Tubes Size min. mm 60 x 40 max. mm 450 x 300			WU-02 Monospindle vertical drill head One vertical drill head of monospindle type, for web drilling of the section.		
Drilling Capacities Vertical drill head no. 1 Horizontal drill heads no. 2 Spindles per vertical drill head no. 1 Spindles per each horizontal drill head no. 1 Maximum hole diameter mm 40 Maximum drilling thickness Mm 100 Spindle drive performance kW 17 Toolholder ISO40 Spindle rotation speed RPM 180 – 5000 Spindle drill feed rate mm/min. 40 – 1000 Spindle fast approach/return speed mt/min. 12			<i>Technical specifications:</i> <ul style="list-style-type: none"> Maximum drilling capacity at 52 kg/mm² tensile strength mm 40 Stroke to suit the gauge line mm from 0 to 460 		
Each head, WU-1 and WU-2 described above, is supplied with : <ul style="list-style-type: none"> One 17 kW motor to ensure spindle rotation Drill head positioning arrangement to suit the gauge line, fitted with a pinion, a rack and a servo motor controlled by CNC Feed system with pinion, rack and a servo motor controlled by CNC 			Each spindle is fitted with : <ul style="list-style-type: none"> Electronic sensitive device, available only for HSS tools, which automatically detects the drill length when it reaches the material in working speed. The cycle ensures rapid return of the drill after the hole is carried out. Once the drill length is detected, the system allows the quick approach to the piece to be processed. Device for pointing operations, which can be performed with the drill fitted to the machine for drilling purposes, by simply changing the relevant function in the program. Internal/external coolant system of the drill with "air/oil" pneumatically operated and CNC controlled. No. 1 toolholders ISO40 with W32 connection. Quick tool-change system. 		


 FICEP S.p.A. - Via Molinetti, 21 - 31045 Gazzada Schianno (VI) - Italy
 Tel. +39-0332-676111 - Fax +39-0332-462459 - Email ficep@ficep.it - Web www.ficepgroup.com

PAG. 3/25

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE		FICEP OFFER N. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017	
HY HYDRAULIC AND PNEUMATIC SYSTEM			
HY-01	Hydraulic power pack	<p>The system includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hydraulic power pack, to generate the high working pressure as well as the low pressure for the working units and for the auxiliary circuitries. Hoses and connections. Circuitry for cooling with air/oil heat exchanger Hydraulic system on the machine, complete with solenoid valves and hoses wholly connected. 	
	Working Pressure	bar	70
HY-02	Pneumatic system	<p>The system consists of:</p> <ul style="list-style-type: none"> Solenoid valves and machine system wholly connected. 	
EL ELECTRIC SYSTEM			
EL-01	On board distribution system		
EL-02	Electric cabinet	<p>Cabinet containing power and control equipments for the units' positioning axes and for the auxiliary services.</p> <p>The standard equipment is manufactured according to EN 60204-1 standards. Special requests concerning both special rules and special protections will be considered upon Customer's request.</p> <p>The power supply is 400 V - 50 HZ - 3 Phases.</p>	
		<p>CN FICEP PEGASO CONTROL UNIT</p> <p>The new generation control unit, with 7 controlled axes (basic version), is based on a fieldbus CANopen technology.</p> <p>The CNC is positioned on a mobile control panel with a swinging arm, so that the operator can have a complete view of the machine.</p> <p>All the input and output cards are connected to the bus and positioned, where possible, directly on the machine.</p> <p>The CNC is equipped with:</p> <ul style="list-style-type: none"> digital inputs (24V – optoisolated) digital outputs (24V – protected transistors) analog inputs, analog outputs, encoder interfaces (according to machine requirements) <p>The control system is an industrial PC that hosts the CNC, the PLC and the HMI. The power supply and the three CPUs (HMI, realtime and CANbus) are all mounted on a single board. Mass storage relies on solid state technology (flash memory) and the operating system image is write-protected against voltage dips or power losses.</p> <p>Specifications:</p> <p>HMI section (Human Machine Interface)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.6 Ghz CPU dual core 2 GB DDR3 RAM with 512 kB x 2 L2 cache 8 GB compact flash 6 USB ports Touch screen colour video LCD TFT 15" 10/100/1000 Mbit/s RJ45 Ethernet port Serial port RS232 WINDOWS 7 Embedded operative system Teleservice software <p>Realtime section</p> <ul style="list-style-type: none"> Processor 800 Mhz ARM RISC 32 bit 1 MB PC dual port memory 128 kB CANbus dual port memory 128 MB RAM DDR2 memory <p>CANbus section</p> <ul style="list-style-type: none"> Fujitsu processor with 3 CANbus controllers 1 MB flash memory <p>Programming</p> <ul style="list-style-type: none"> Simplified data input (with tables and workpiece on-screen graphics) Absolute and incremental values Diameters programming 	
		<p>FICEP 453 – Via Matteotti, 21 – 21045 Gazzada Schianno (VA) – Italy Tel. +39-0332-876111 – Fax +39-0332-462459 – Email ficep@ficep.it – Web www.ficepgroup.com</p> <p>MADE IN ITALY</p>	

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

H	453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE	 FICEP S.p.A.	H	453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE	 FICEP S.p.A.							
OFFER		OFFER Nr. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017	OFFER Nr. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017									
		<ul style="list-style-type: none"> Linear, matrix and flange patterns 	Processing	<ul style="list-style-type: none"> Automatic tool assignment Unit offset sum Values ordering 	Execution	<ul style="list-style-type: none"> Automatic cycle stop for "setup" modification, and on-screen indication of the tools to be changed. Possibility for the drill heads to operate in "multitasking" mode in their working areas (even with automatic tool changer) Automatic control to prevent any possible collision of the drills Drilling parameters table. 	3D Graphics	<ul style="list-style-type: none"> Display of the piece in 2D Display of the piece in 3D. With this modality operations such as pan and zoom are possible. 	<i>All the indications are clearly displayed on the screen, and concern:</i>	<ul style="list-style-type: none"> Current program indication, with clear description of the program running at the moment CNC internal and external alarms Registration of the date and time of alarms, messages, parameter modifications Diagnostic messages to the operator. 	PA STANDARD PAINTING	The system is painted in the following standard colours:
OFFER			TD TECHNICAL DOCUMENTATION	The system is supplied with the following technical documentation:	<ul style="list-style-type: none"> Programming, maintenance, use and instruction manual Electric diagrams Pneumatic diagrams 							
		TR TRAINING (AT FICEP S.P.A.) (TRAVEL, FULL BOARD AND LODGING EXPENSES ARE EXCLUDED)	The supply includes a training course providing the basic, necessary information for programming, maintenance and usage of the system. Said course shall be held at Ficep premises in Gazzada Schianno as follows:	Training Period: 3 working days, 8 hours per day Trainees: 3 people, maximum. Language: the course can be held in Italian, English, German or French.	The supply does not include all costs pertinent to travel, living, lodging and inland transportation of the customer's personnel during the training course. It does also not include the costs for material and parts to be possibly used to run-test the machine, as well as the transportation charges for said material.	The personnel attending the training course is required to have a good basic knowledge of the training subjects.						

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

 453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE OFFER N.º L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017		 453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE OFFER N.º L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017	
OFFER	CO	SP	SAFETY PROTECTIONS
	<p>COMMISSIONING (TRAVEL, FULL BOARD AND LODGING EXPENSES ARE EXCLUDED)</p> <p>The supply includes services of our personnel to supervise the erection, initial start-up and commissioning of the machine at the customer's site, as well as take care of the electric, electronic, hydraulic and pneumatic connections. For the time in excess due to reasons beyond our control, the service will be paid for by the customer in accordance with the UCIMU rates applicable at the time.</p> <p><i>The following costs are not included:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Travelling hours, • Inland transportation for our personnel, to and from your factory, • Airplane tickets (The above costs shall be invoiced to the customer at the end of the job, on the basis of the UCIMU's tariffs in force). • Full board and lodging in a mid/high class hotel for the entire stay of our personnel at the customer's premises, to be arranged and prepaid by the customer. • Customer's skilled personnel to assist our service engineers during the installation and operation of the system, as well as the necessary transport and lifting means. • Foundation plates (with relevant fixing devices), as well as any other work which is necessary for the installation of the system, to be carried out by the customer's personnel in accordance with the drawings supplied by FICEP. <p><i>The supply of the following is also excluded:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Material and parts for the electric, hydraulic, and air connections, • Air compressor for the air-operated equipment, • Oil and lubricants, • Material and parts to be used to run-test the machine, and whatelse not included in the quoted price and not mentioned in this proposal. 	<p>SP-01 Protections on the machine (included)</p> <p>They are manufactured according to the EC regulations.</p> <p>SP-02 Outside protections (price in accordance with layout: 250 €/mt+350 €/mt for each entry door-installation included)</p> <p><i>The systems must be surrounded by proper protection barriers, suitable to prevent the access of people to the working and material handling areas. Such barriers shall have to be studied according to the system location inside your plant. For this reason, the relevant description and price can be given only once the final layout has been approved.</i></p> <p>We will supply from our side one of the following EC Certification</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>SP-02/1: EC Declaration of Conformity of one machinery (Directive 2006/42/CE as per Annex II, part A)</i> In case the protections (see item SP-2) will be supplied and installed from our side. • <i>SP-02/2: Declaration of incorporation of partly completed machinery (Directive 2006/42/CE as per Annex II, part B)</i> In case the protections (see item SP-2) will be carried out and installed from your side. • <i>SP-02/3: Declaration of incorporation of partly completed machinery (Directive 2006/42/CE as per Annex II, part B)</i> In case our system is directly connected to other systems not supplied by us. 	
Total amount of standard configuration		EUR 246.900,00	

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE		 OFFER N. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017		
OFFER	WU	OPTIONS FOR WORKING UNITS		
	OWU-01	Marking unit with 36 positions mod. MKT 36 N (1 set of marking characters included) EUR 36.800,00 The marking unit is suitable to mark (one bar at a time) the lower half-flange of I-beams, one flange of U-channels and the vertical flange of angles. The marking unit is fitted with a disc holder for characters whose rotation is CNC controlled by means of a servomotor. The marking cycle is automatically selected from CNC and, longitudinally, it takes advantage of the line's X axis.		
		<ul style="list-style-type: none"> • Marking stations no. 36 • Size of letter / number mm 16 x 8 • Marking strength (on every character) kN 80 		
		1 set of marking characters included		
				
OWU-02	Swarf conveyor for the drilling unit EUR 12.300,00 Swarf conveyor for the drilling unit provided with motor. <i>Note: this device does not require any pit in the floor.</i>			
OWU-03	Electronic devices for automatic zero reference setting EUR 9.000,00 Device for automatic zero reference setting of the horizontal drill heads' gaugeline on the web axis combined with the CNC.			
OWU-04	ISO40 connection for tool-changing device EUR 230,00 ISO40 connection to be used on the tool changing device suitable to receive drilling tools.			
 OFFER N. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017				
OFFER	OWU-06	Tool-change system with 6 positions EUR 11.400,00 One tool-change system for each drill head with 6 positions. The insertion and removal of the tool, as well as the tool choice, are made automatically through the CNC. The supply also includes no. 3 devices, one for each drilling head, to detect by means of a photocell the tool's length directly on machine. The length value is automatically inserted in the specific CNC list.		
	OWU-08/1	Device for "SCRIBING" operations EUR 22.000,00 Device for automatic scribing operations through drilling unit. This device is supplied with a special tool and a self-adapting system, which is automatically adjusted according to the material deformation. The supply also includes all necessary software-hardware implementations, as well as the device for automatic zero reference setting, installed on the vertical head.		
	OWU-09	Complementary axes for drilling heads EUR 66.700,00 Nr. 3 positioning systems, complementary to the X axis, as follows: <ul style="list-style-type: none"> • nr. 2 positioning systems (one for each horizontal head) with rack and servomotor, with 250mm stroke, suitable to simultaneously carry out not-aligned holes along the longitudinal axis without moving the X axis. • nr. 1 positioning system (for vertical head) with rack and servomotor, with 250mm stroke, suitable to simultaneously carry out not-aligned holes along the cross axis without moving the X axis. 		
		<i>Note: the system with complementary axes allows to carry out milling macros on the edge and along pre-cut-at-length pieces, whose minimum and maximum size depends on the system configuration.</i>		

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO J – RELATÓRIO COM ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E VALORES EQUIPAMENTO VANGUARD 4 (CONTINUAÇÃO)

 453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE OFFER Nr. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017		 453 DDV AUTOMATIC CNC DRILLING LINE OFFER Nr. L1170185/RT Gazzada, 8 March 2017	
CN	OPTIONS FOR FICEP PEGASO CONTROL UNIT		
OCN-01	PROJECT MANAGER software first licence (without nesting) (hardware, commissioning and training excluded) EUR 9.700,00 The PROJECT MANAGER software first licence (without nesting) includes: <ol style="list-style-type: none"> PROJECT MANAGER licence, having the following features: <ul style="list-style-type: none"> CAD Import, automatic checking, revisions, drawing function, projects' creation and modification 2D & 3D visualization Multi-companies, multi-sites and multi-projects management Documents traceability management The software is storing all the data in a Microsoft SQL Server database. WIN-CN licence, having the following features: <ul style="list-style-type: none"> Import of parts and bars from other modules Post-processor Parts 2D and 3D view Production feedback (automatic or manual) on the CNC machines <p><i>Minimum configuration: Microsoft SQL Server express 2008 R2 or 2012 (the Microsoft SQL Server license has to be provided by the customer).</i></p> <p>Installation & Training It consists of loading the software on the personal computers. Please note that the Customer should install the computers and connect them to a network in advance, according to the technical specifications that will be supplied by ourselves. The training and installation period will depend on the final software configuration chosen by the customer.</p>		
OCN-03	WIN-SCRIBE software licence (hardware, commissioning and training excluded) EUR 8.000,00 The software licence WIN-SCRIBE imports the files from CAD TEXLA software (versions 17, 18 or 19) in a suitable format to allow "scribing" operations, and can be used only when PROJECT/PARTS MANAGER software is already installed. <p><i>Note: in order to use this software, the line needs to be equipped with the device for "SCRIBING" operations (see relevant option).</i></p> <p>Installation & Training It consists of loading the software on the personal computers. Please note that the Customer should install the computers and connect them to a network in advance, according to the technical specifications that will be supplied by ourselves. The training and installation period will depend on the final software configuration chosen by the customer.</p>		
OCN-04/1	IMPORT CAD-DSTV software licence (hardware, commissioning and training excluded) EUR 5.200,00 The IMPORT CAD DSTV software package imports files under DSTV format into the PROJECT MANAGER Data Base and is used to manage all the geometric and processing data of the workpieces already drawn with a CAD system. The package requires that the files coming from CAD system are saved in the PC under a suitable format, and can be used only when PROJECT MANAGER software package is already installed. <p>Installation & Training It consists of loading the software on the personal computers. Please note that the Customer should install the computers and connect them to a network in advance, according to the technical specifications that will be supplied by ourselves. The training and installation period will depend on the final software configuration chosen by the customer.</p>		
OCN-04/2	IMPORT CAD-DXF software licence (hardware, commissioning and training excluded) EUR 5.200,00 The IMPORT CAD-DXF software imports files under DXF/DWG format into the PROJECT MANAGER Data Base and is used to manage all the geometric and processing data of the workpieces already drawn with a CAD system. The package requires that the files coming from CAD system are saved in the PC under a suitable format, and can be used only when PROJECT MANAGER software is already installed. <p>Installation & Training It consists of loading the software on the personal computers. Please note that the Customer should install the computers and connect them to a network in advance, according to the technical specifications that will be supplied by ourselves. The training and installation period will depend on the final software configuration chosen by the customer.</p>		

Fonte: Ficep (2017).

ANEXO L – RELATÓRIO DE CUSTOS DE IMPORTAÇÃO E FRETES



Caxias do Sul (RS), 27 de abril de 2017.

A,
Marco Aurélio Fogaça

IMPORTAÇÃO: CUSTOS - Para fins de Desembaraço Aduaneiro, informamos, abaixo, a estimativa dos custos de importação.

Mercadoria	NCM	Modalidade	Local de Entrada	Local de Desembaraço
Centro de Usinagem	8457.10.00	Marítimo	Rio Grande	EADI Caxias do Sul

Valor da Mercadoria	EUR	282.200,00
Frete Internacional	EUR	5.020,00
ΔFRMM	EUR	1.404,00
Liberção BL / THC / Outras Taxas	EUR	1.089,00
Desconsolidação	EUR	110,00
Imposto de Importação 20%	EUR	57.564,00
Declaração FIEGGS / Exoneração ICMS	EUR	232,00
PIS 2,10%	EUR	6.045,00
COFINS 10,65%	EUR	30.653,00
Taxa de Utilização do Siscomex	EUR	62,00
Assessoria	EUR	100,00
Despesas Portuárias	EUR	5.069,00
Seguro	EUR	1.727,00
Despachante	EUR	2.170,00
TOTAL	EUR	111.245,00

1. Informamos ainda que os custos acima são estimados baseando-se na legislação, impostos e despesas de importação vigentes nesta data, podendo ocorrer variações durante o processo.
2. Nesse demonstrativo não estão incluídas as despesas referente à Habilitação na Receita Federal para operar no Comércio Internacional (RADAR), cadastro na Marinha Mercante e demais despesas afins.
3. Notar que o valor do SISCOSEV não está incluído nesse Demonstrativo de Custos e esta operação pode ser passível de lançamento. Favor nos contatar para maiores informações.
4. É necessário, que quando houver alguma negociação de importação, nos seja informado e enviada cópia da Fatura Proforma, ou documento equivalente, anteriormente ao embarque da carga, para que possamos verificar a necessidade de algum tratamento especial.
5. Ao autorizar a importação acima, favor solicitar uma atualização de valores do demonstrativo de custos em questão.
6. Notar que o valor do transporte nacional não está incluído.

Efficienza Negócios Internacionais
Rua Bento Gonçalves Nº 1200 - Sala Térrea – Centro
Caxias do Sul – RS – CEP: 95 020 -412
E-mail: importacao@efficienza.com.br - Fone / Fax: (54) 2101 1400



7. Esta estimativa de custos não se trata de orçamento, contrato, pedido ou quaisquer outras formas de contratação de nossos serviços, servindo somente como base para estimativa de viabilidade de importação.

8. Favor notar que a responsabilidade pela devolução de containers ao terminal é da transportadora contratada pelo importador. A Efficienza não se responsabiliza por atrasos causados pelas transportadoras, que poderão acarretar em Demurrage ao importador. Sugerimos a contratação de uma transportadora de sua confiança para evitar transtornos.

9. Em detrimento a orientação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), todas as embalagens provenientes de bens vegetais devem ter o carimbo de tratamento estabelecido pela NIMF 15 ou Certificado Fitossanitário emitido pela ONPF do país exportador, sob pena da necessidade de devolução da mercadoria (em caso de presença de praga viva ou infestação ativa), ou da respectiva embalagem através de exportação formal. Oriente seus fornecedores para que todas as embalagens de madeira estejam de acordo com a legislação.

Certos de sua atenção,

Efficienza Negócios Internacionais
Rua Bento Gonçalves Nº 1200 - Sala Térrea – Centro
Caxias do Sul – RS – CEP: 95 020 -412
E-mail: importacao@efficienza.com.br - Fone / Fax: (54) 2101 1400