



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

APLICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA E CONTABILIDADE DE CUSTOS ECOLÓGICOS NA SUSTENTABILIDADE DE UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA

FABIANA G. SERRA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
fabiana_serra@yahoo.com

JOSÉ CARLOS CURVELO SANTANA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
jccurvelo@uni9.pro.br

Ao meu orientador Prof^o Dr. José Carlos Curvelo Santana pela paciência e dedicação em todos os momentos que me orientou.
Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho pela oportunidade em desenvolver esse trabalho.



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

APLICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA E CONTABILIDADE DE CUSTOS ECOLÓGICOS NA SUSTENTABILIDADE DE UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA

Resumo

Atualmente, a sociedade tem exigido atitudes das empresas para reduzirem os impactos ambientais derivados de processos de fabricação e para reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A Contabilidade de Custo Ecológico (CCE) é uma teoria onde as empresas podem medir esses impactos e, em seguida, aplicar práticas para resolvê-los de forma economicamente viável, com atitude social e ambientalmente amigável. Assim, este estudo teve como objetivo aplicar as práticas de Produção Enxuta em conjunto com a teoria de CCE V Singep em uma empresa automotiva, a fim de verificar os ganhos em termos econômicos, sociais e ecológicos medidos no período de sete anos. Os resultados obtidos mostram que é possível misturar práticas Produção Enxuta com a teoria de CCE, onde verificou-se que a empresa obteve uma redução de custos de cerca de R \$ 118.000 / ano, melhorando a sua imagem para a sociedade e reduzindo o esforços físicos dos empregados, reduzindo as suas emissões em 481 t de CO₂, o que pode ser comercializado como créditos de carbono e uma redução do consumo de energia elétrica nos 2.803 kW / ano.

Palavras-chave: Contabilidade de Custo Ecológico, Produção Enxuta, Crédito de Carbono.

Abstract

Currently, the society has demanded attitudes from companies to reduce environment impacts derived from manufacturing processes and to reduce emissions from greenhouse gases. The Ecological Costs Accounting (ECA) is a theory for the companies to measure these impacts and then apply practices to solve them in an economically feasible, with social attitude and environmentally friendly. Thus, this study aimed to apply the Lean Manufacturing practices together with ECA's theory in an automotive company, in order to verify their gains in Economic, Social and Ecological Dimensions. Thus, a study of case was developed in a Brazilian automotive company, in which was implemented a Lean Manufacturing project and their economic, social and environmental gains in seven years period. The obtained results show that it is possible to mix Lean Manufacturing practices with ECA's theory, in order to minimize company's social and ecological impacts. It was verified that the company obtained a cost reduction about R\$ 118 thousand/year, improving their image for the society and reducing employees efforts, reducing their emissions in 481 t of CO₂, which can be commercialized as carbon credits and there was a reduction of electrical energy consumption over 2.803 thousand kW/year.

Keywords: Ecological Cost Accounting, Lean manufacturing, Carbon Credit.



1. Introdução

O efeito do aquecimento global é o principal fator que levou a sociedade discutir sobre a necessidade das empresas em adotarem atitudes adequadas em relação a sustentabilidade ambiental, dessa forma, as empresas mostrariam a integridade ecológica, social e econômica (Giraçol et al., 2011). Para serem sustentáveis, as empresas devem reduzir impactos ambientais e sociais de forma a ser economicamente viável, através de abordagens preventivas e com conjunto com os princípios de melhoria contínua (Bansal, 2005; Fresner e Engelhart, 2007; Labodová, 2004).

De acordo com Pampanelli et al. (2013), há uma sinergia entre a produção enxuta e o desempenho ambiental de uma empresa, já quem ambos focam em redução de desperdícios e de impactos ambientais, além de influenciarem nos lucros da empresa. Além disto, os mesmos autores verificaram que a produção enxuta devido a uma coincidente relação de causa-efeito, evolui naturalmente para a Produção Enxuta Verde, pois ambas combinam o gerenciamento das operações e do meio ambiente.

A Produção Enxuta e as estratégias ambientais são sempre vistas como iniciativas compatíveis, pois seus focos se juntam em redução de desperdícios (Mollenkopf et al. 2010), no uso eficiente de recursos (Torielli et al., 2011) e foco nas necessidades do cliente (Duarte e Cruz-Machado, 2013). Desta forma, Galeazzo et al. (2013) conceituou a Produção Enxuta Verde como sendo a aplicação de práticas de Produção Enxuta com o objetivo de reduzir desperdícios ambientais em processo de manufatura.

Nos tempos atuais, diversos estudos sobre a produção enxuta têm sido desenvolvidos nos diversos ramos industriais do mundo, como os apresentados por: Shah e Ward (2007) em diversas indústrias de manufatura dos Estados Unidos da América; por Simons e Taylor (2007) em uma indústria de processamento de carne, no Reino Unido; por Silveira e Coutinho (2008) que utilizaram o trabalho padronizado como forma de eliminação de desperdícios em um processo de montagem de veículos no Brasil; por Hajmohammad et al. (2013) em uma montadora canadense; por Gnoni et al. (2013) em na área de Segurança do Trabalho de um fornecedor da cadeia automobilística italiana; por Vlachos e Bogolanovic (2013) em vários hotéis de pequenos e médios, contendo de 2 a 4 estrelas de qualidade, em 26 países da Europa; por Vlachos e Bogolanovic (2013) em postos de saúde do Serviço Nacional de Saúde grego; por Marimin et al. (2014) analisaram a produtividade de uma cadeia de fornecedores de extração de borrachas.

Geralmente, os projetos focam na redução dos desperdícios, na redução dos custos, na padronização dos procedimentos e nas sequências de operações, na elaboração de manuais de práticas gerenciais. Como resultados são citados os ganhos na gestão de pessoas por incorporar em seus líderes a disciplina e a rotinas, como uma filosofia, reduções em movimentação de empregados, melhoria da qualidade nos serviços, fidelização ou aquisição de clientes novos (Marimin et al. 2014; Shah e Ward, 2007; Simons e Taylor, 2007; Vlachos e Bogolanovic, 2013).

Uma das técnicas de se fazer enxergar o lardo verde dos projetos dentro das empresas é através do uso da teoria da Contabilidade de Custos Ecológicos (CCE), a qual foi apresentada inicialmente por Rubenstein (1994) e seguida pelos trabalhos de: Burritt e Saka (2006) que verificaram a eco-eficiência de projetos em diversas empresas japonesas; por Fresner e Engelhart (2004), que verificaram a melhoria do desempenho ambientais de empresas



austríacas do ramo de bebidas; por Chulian (2006) que relatou a aplicação dos custos ecológicos completos em diversas empresas espanholas; por Jimenéz (2006), que acompanhou as ações para redução de impactos ambientais em transportadoras espanholas. De acordo com Romanini (2007), a CCE é tida como uma maneira de se mensurar e integrar os custos internos e externos de forma a demonstrar a contribuição da empresarial das empresas para a sustentabilidade. De acordo com Passarini et al. (2014), os relatórios de CCE apresentam os ganhos sociais para melhorar a visão da empresa, associam ganhos ambientais à legislação do local (evitando multas) e internacional (i.e. aquisição de créditos de carbono), mensuram os ganhos com a substituição de matéria-prima ou insumos por outros ecologicamente corretos, redução de gastos com energia, água e matéria-prima, tratamento e reutilização de efluentes e rejeito e, possibilitando a incorporação de custos ambientais na contabilidade da empresa.

No Brasil, há poucos da aplicação da teoria CCE, como: na elaboração e aplicação de instrumento para avaliação da gestão contábil integrada nas dimensões econômica, ambiental e social no setor sucro-alcooleiro (Pereira, 2011); na redução dos impactos ambientais causados pelos descartes dos óleos comestíveis da cidade de Campinas, Brasil (Giraçol et al., 2011); na reutilização dos rejeitos do processo de fabricação de uma indústria cerâmica do estado de Sergipe, sem alterar a qualidade do produto em uma através (Klepa et al., 2013); no tratamento efluente das indústrias têxteis, de forma a possibilitar a reutilização da água tratada por até 10 vezes (Rosa et al., 2014); e na redução dos impactos ambientais causados pelos descartes irregulares de resíduos da construção civil e resultantes do tratamento inadequado do esgoto sanitário da cidade de Campinas, Brasil (Passarini et al., 2014).

A indústria automobilística brasileira, dentro do cenário da indústria nacional, é uma das maiores seguidoras das práticas de Produção Enxuta, seguida pela indústria aeronáutica e atualmente pela indústria de base, bens, consumo e serviços (Jabbour et al., 2013; Sorte, 2011). Entretanto, poucos estudos citam o lado verde a produção enxuta, principalmente, quando nos referimos aos estudos de caso de projetos de produção enxuta nas indústrias brasileiras. Desta forma, este trabalho objetivou a associação de abordagens da teoria da contabilidade de custos ecológicos em um projeto de produção enxuta realizado em uma empresa do ramo automobilístico brasileiro. Os ganhos ambientais, sociais e econômicos, do projeto, foram acompanhados por um período de sete anos.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da empresa pesquisada

Os dados discutidos neste trabalho são derivados de um projeto de Produção Enxuta realizado pelo primeiro autor deste trabalho em uma empresa fabricante nacional de rodas de alumínio para a indústria automobilística, instalado há 35 anos na região Sudeste do Brasil. Seus principais clientes são General Motors, Honda, Toyota do Brasil, Mitsubishi entre outras montadoras. Tem uma capacidade instalada de 2.500.000 rodas por ano, através do fluxo de processo, que se inicia na fundição do alumínio, usinagem, pintura e termina na embalagem. Em uma única unidade fabril, eram empregados 357 pessoas diretas, operando em dois turnos de trabalho. Para resguardar sua confidencialidade foi assinado um termo de não divulgação do nome da empresa, dessa forma, a mesma será mencionada como “Fornecedor A”. Os dados iniciais deste trabalho são relativos aos sete meses do ano de 2008, coletados durante a aplicação da atividade de *Jishuken* da Toyota do Brasil em um dos fornecedores de rodas para



os seus veículos.

2.2. Procedimento para a Implantação da Produção Enxuta

A implantação da produção enxuta na empresa, seguiu os passos indicado por alguns autores (Duarte e Cruz-Machado, 2013; Marimin et al. 2014; Marksberry et al., 2011), como mostrado abaixo:

a) Inscrição do Fornecedor A no calendário de projetos para a implantação da atividade de *Jishuken*, com o suporte da Toyota do Brasil. Então, o Fornecedor A foi informado da necessidade de disponibilizar recursos de pessoas durante a atividade, pois as melhorias envolviam vários processos da empresa.

b) Planejamento de visitas à planta do Fornecedor A para:

- Definição do processo produtivo que deveria ser priorizado através de indicadores de qualidade e de eficiência.
- Visita ao chão de fábrica para conhecer o fluxo do processo e fluxo do material, identificação das ineficiências do processo e análise dos indicadores de produção.
- Definição da Situação Antes da implementação das práticas de Produção Enxuta.
- Clarificação dos indicadores a serem acompanhados e seus objetivos.

Na Tabela 1 estão apresentados os itens que foram discutidos durante a análise dos dados do Fornecedor A na Situação Antes da implementação das práticas de Produção Enxuta.

Tabela 1 – Itens da atividade de Produção Enxuta abordados neste trabalho

Item	Descrição
Demanda	Quantidade de peças solicitadas pelo cliente por dia de produção
<i>Takt time</i>	tempo disponível / demanda do cliente,
Disponibilidade da linha	Quantidade de tempo disponível para a produção
Eficiência	Produção Planejada / Produção Real*100
Tempo de ciclo	Tempo necessário para completar as operações manuais e automáticas durante a produção de uma peça
Trabalho padronizado	Prática da Produção Enxuta que soma o tempo de ciclo do operador com o tempo de máquina para se comparar ao <i>takt time</i>
Variação do Trabalho Padronizado	Quanto há de variação quanto à adesão ao trabalho padronizado
Desperdício de espera	Prática da Produção Enxuta de eliminação dos 7 desperdícios.
Inspeções	Operações que não agregam valor, que o cliente não está disposto a pagar.

c) Visita ao chão de fábrica para validação das práticas de produção enxuta utilizadas. Onde todas as práticas de Produção Enxuta deveriam estar definidas e prontas para serem implementadas – Metas da Situação Depois definidas.

- Nessa etapa poderiam haver as alterações de fluxo de processo, alteração de operações, alteração de operadores, alteração de arranjo das células de produção, entre outras.
- Também poderiam ser analisados o Trabalho Padronizado, os desperdícios a serem



eliminados, o *Just in Time* (JIT), o fluxo de agregação de valor do produto, aplicando *Value Stream Map* (VSM) entre outras.

d) Visita ao chão de fábrica para a verificação da adesão e dos resultados da implementação das práticas de Produção Enxuta. A partir destas visitas foram coletados os dados para os cálculos dos resultados alcançados após a implementação das práticas de Produção Enxuta definidos, ou seja, para a Situação Depois.

e) Etapa de Resultados e Premiações. Nesta fase realizou-se os cálculos através da comparação entre indicadores de melhorias da Situação Antes e com relação a Situação Depois. Os itens usados como indicadores encontram-se na Tabela 1.

2.3. Estratégia para a Contabilidade dos Custos Ecológicos

O uso de estágios de sustentabilidade é tido como a melhor estratégia para a alcançar a CCE, como citado em Burritt e Saka (2006), Chulián (2006), Fresner and Engelhardt (2004), Giraçol et al. (2011), Jimenez (2006) e Passarini et al. (2014). Cada estágio consiste nos graus de evolução que o Fornecedor A poderia alcançar. O primeiro estágio consiste nas atitudes em identificar seus impactos e definir ações para minimizá-los. O segundo estágio consiste em apresentar os primeiros resultados de reduções de impactos ambientais para a sociedade. O terceiro estágio consiste na coleta de ganhos ecológicos de forma a reduzir os custos ambientais. O quarto estágio consiste em atender a demanda das Dimensões Social, Dimensão Econômica e Dimensão Ecológica. Os passos que se utilizou como estratégia para a CCE foram os seguintes:

Estágio 1 – verificação da “Situação Antes” da empresa implantar o sistema enxuto, a qual, geralmente, é uma situação não sustentável, onde muitos dos impactos ambientais não eram identificados e controlados, além de haver desperdícios (de material, de tempo, de energia e de recurso humano) e variabilidade no processo, sobrecarga de máquinas e operadores;

Estágio 2 – fase de implementação das práticas contidas no projeto de produção enxuta, na qual se faz alterações nas linhas do processo de forma a aumentar do *takt time*, reduzir o consumo de energia elétrica e reduzir os esforços e deslocamento dos funcionários. Os dados contidos na “Situação antes” são arquivados para facilitar os cálculos de eficiência do processo;

Estágio 3 – identificação da estabilização da produção através do uso de um *takt time* ideal, para depois medir os ganhos com as reduções no consumo de energia e das emissões, com a aquisição de créditos de carbono, com a redução no deslocamento e esforços dos funcionários;

Estágio 4 – comprovação, através do balanço dos resultados da Contabilidade dos Custos Ecológicos, que empresa é totalmente sustentável, com relação aos parâmetros estudados. Neste, estágio a empresa seria reconhecido como uma empresa ambienta e socialmente correta e economicamente viável.

Para poder aplicar a Contabilização dos Custos Ecológicos alcançados através da implementação das práticas de Produção Enxuta no Fornecedor A, foi aplicada a Calculadora Oficial de Crédito de Carbono obtida através do site do Programa Brasileiro GHG Protocol que tem como principal objetivo o inventário dos Gases de Efeito Estufa, através da mensuração dessas emissões. Dessa forma, a estratégia para transformar os ganhos oriundos



da produção enxuta aplicada no ano de 2008 e acompanhada até o ano de 2014, seguida como:

a) Cálculo do consumo de energia elétrica dos tornos e lixadeiras nas Situação Antes e Situação Depois do aumento da demanda de produção. Esse cálculo foi feito da seguinte forma:

- Levantamento do tempo de torno e lixadeira ligada para atender a demanda de produção;
- Levantamento, junto a Engenharia Industrial, do consumo energético dos tornos e lixadeiras;
- Calcular o consumo de energia elétrica total (CET_i) destes equipamentos, em uma determinada situação (ver Eq. 1).

$$CET_i(kW) = t_{op} * \sum CE_i \quad (1)$$

Onde: t_{op} é o tempo de operação dos equipamentos (h), CE_i é o consumo individual de energia de cada equipamento (kW.h)

b) Subtraindo o consumo de energia da “Situação Anterior” para a “Situação Atual”, foi possível obter as reduções do consumo ($ReduçãoEnergia_{ano}$) e dos gastos ($ReduçãoGsto_{ano}$) anuais com a energia elétrica, como se demonstra a Equação 2 e 3.

$$ReduçãoEnergia_{ano}(kW) = CET_{Antes} - CET_{Depois} \quad (2)$$

$$ReduçãoGsto_{ano}(R\$) = ReduçãoEnergia_{ano} * PreçoEnergia(R\$/kW.h) \quad (3)$$

c) Utilização dos dados armazenados durante o período de estudo na calculadora de créditos de carbono para obter redução das emissões de CO₂ no período, bem como a quantidade de crédito de carbono acumulada no período;

d) Comparação dos *takt times* anuais com relação ao *takt time* do período anterior (Situação Antes) a aplicação do projeto de produção enxuta para a verificação dos ganhos na produção, além dos demais parâmetros da Tabela 1. Os resultados foram expressos em porcentagem de variação, como mostrado a seguir (ver Eq. 4), usando exemplo do *takt time*:

$$Variação_{TaktTime} = \frac{TaktTime_{Depois} - TaktTime_{Antes}}{TaktTime_{Antes}} * 100_{Antes} \quad (4)$$

3. Resultados e Discussão

Através das visitas de acompanhamento da produção, foi possível levantar todos os indicadores para entender qual era a situação do Fornecedor A em termos de fluxo de produção, aderência ao trabalho padronizado, movimentos dos operadores entre outros e propondo assim alterações para o alcance a Situação Futura através do VSM. As práticas de Produção Enxuta aplicadas no processo de usinagem tinham como objetivo a redução dos desperdícios, para isso foram feitas visitas para acompanhamento de 1 hora de produção.

A Figura 1 mostra um esquema do fluxo de valor na “Situação Antes” (Fig. 1.a) e na “Situação Depois” (Fig. 1.b) de aplicação das técnicas de produção enxuta na planta do fornecedor A. A planta do fornecedor A continha 27 unidades semelhantes às da Figura 1.



Nesta figura estão representadas as variações nas repetições das sequências de movimentos para os operadores exercerem as suas funções, representada pelas linhas vermelhas e os desperdícios de movimentação, geralmente associado à busca pela lixadeira, ou por não repetir uma sequência de operação. Já as linhas azuis são as linhas de agregação de valor e as linhas verdes os desperdícios necessários para a operação, tais como transporte e movimentação.

Então, fez-se a revisão do trabalho padronizado e treinamento dos operadores 1 e 2, já que não mantinham uma sequência repetida de produção, andando para puxar as rodas e para procurar a lixadeira. Eliminou-se ou reduziu-se os movimentos repetitivos, posições não ergonômicas, carregamento de pesos. Então, o trabalho padronizado dos operadores 1 e 2 foi otimizado, criando um fluxo de agregação de valor do produto e dos operadores de forma a atender o prazo, com segurança para os operadores e com a qualidade assegurada. Realizou-se uma padronização no tempo de torneamento e lixamento, identificando o desperdício de super-processamento, interferindo no tempo de ciclo, já que a espera foi reduzida nas linhas. Foram definidos os critérios de qualidade de acordo com as normas vigentes e a inspeção foi incorporada no processo, para garantia da qualidade das peças e com isso, eliminou-se a inspeções finais, já que não agregavam valor.

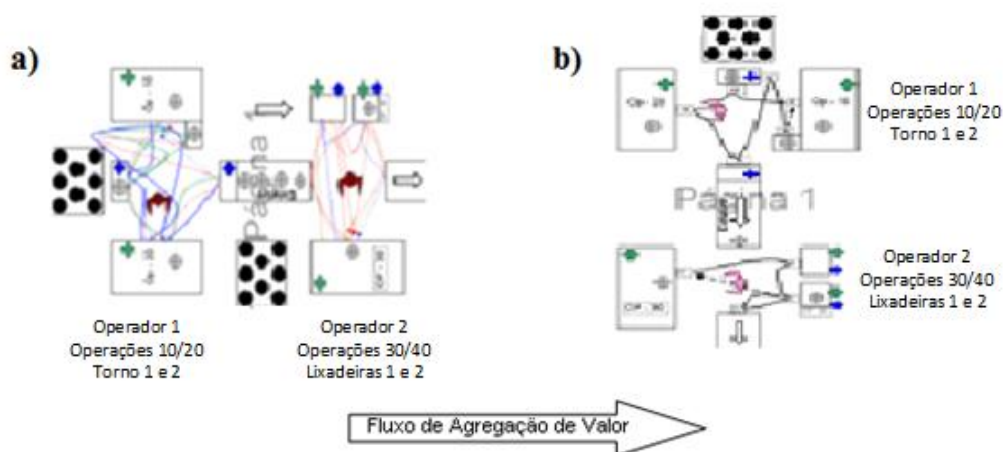


Fig 1. Fluxo de processo da Usinagem do Fornecedor A. a) Situação antes e b) Situação Depois da implantação das práticas de Produção Enxuta

A Tabela 2 mostra todas as melhorias nos índices abordados nesta pesquisa, através de comparação da Situação Antes e da Situação Depois, para o ano de implantação da produção enxuta na planta, 2008. Como mostrado nesta tabela, mesmo com o aumento na demanda em quase 30%, conseguiu-se reduzir todos os índices abordados, inclusive o *takt time* foi reduzido em 34,1% e elevar a eficiência do processo em 15,6% com relação a situação anterior. Para tanto, quatro operações foram eliminadas, reduziu-se em 51 s do tempo de ciclo do Trabalho Padronizado dos Operadores 1 e 2, eliminou-se 17 s do tempo de ciclo dos operadores, além de diversos ganhos nas demais sequencias de operações.



Tabela 2. Resultados encontrados na Situação Antas e Depois da aplicação da Produção Enxuta na planta do Fornecedor A

Nº	Itens avaliados	Situação Anterior	Situação 2008	Variação
#1	Demanda (peças)	448	582	29,9%
#2	Takt time (s/peças)	85	56	-34,1%
#3	Disponibilidade da linha (s)	38080	32592	-14,4%
#4	Eficiência (%)	64	74	15,6%
#5	Tempo de ciclo do Op 1 (s)	73	53	-27%
#6	Tempo de ciclo do Op 2 (s)	81	50	-38%
#7	Tempo de ciclo do torno Op 1 (s)	76	13	-83%
#8	Tempo de ciclo do torno Op 2 (s)	61	10	-84%
#9	Tempo de ciclo da lixadeira Op 1 (s)	45	9	-80%
#10	Tempo de ciclo da lixadeira Op 2 (s)	10	0	-100%
#11	Variação do trabalho padronizado Op 1 (s)	14	0	-100%
#12	Variação do trabalho padronizado Op 2 (s)	8	0	-100%
#13	Desperdício de espera Op 1 (s)	21	1	-95%
#14	Desperdício de espera Op 2 (s)	13	7	-46%
#15	Inspeções Op 1 (s)	12	0	-100%
#16	Inspeções Op 2 (s)	7	2	-71%

3.2. Contabilização do Ganhos Ambientais

A Tabela 3 apresenta um resumo dos dados coletados no período de estudo, para que se possa mensurar os ganhos econômicos do fornecedor A, com o projeto de produção enxuta, de acordo com a teoria da CCE. Verificou-se que o *takt time*, médio de 58,3 s/peças, devido a variação da demanda no período e que todos foram menores do que o da “Situação Anterior” (Tabela 2). Isto indica uma maior produção de peças no período e conseqüentemente uma redução nos custos desta peça para a empresa, fornecedor A. O que é mensurável, mas como tais dados não foram fornecidos pela empresa, não se atentará a eles neste trabalho. Entretanto, este é o parâmetro que mais demonstrar a estabilização do processo, após a implantação do projeto de produção enxuta e assim, se poder caracterizar os estágios da CCE.

Para a elaboração da CCE, foram necessários caracterizar os seguintes estágios: estágio 1, a Situação Antes do Fornecedor A em uma situação não sustentável, onde muitos dos impactos



ambientais não eram identificados e controlados e haviam desperdícios no processo e seus principais impactos encontravam-se na elevada carga de emissões, no consumo excessivo de energia e na sobrecarga dos funcionários. Este período foi equivalente ao início do ano de 2008, onde se iniciou as visitas à planta do fornecedor A. O estágio 2, que se caracterizou pelas implantações das práticas de Produção Enxuta, para alcançar a redução de desperdícios através da padronização do trabalho; onde teve-se que modificar a cultura dos funcionários afetados na empresa, através de treinamentos e palestras, modificar a forma de coleta de dados e mensuração da qualidade das peças, deslocamento de posições de máquinas, etc. Este período foi equivalente aos sete meses de implantação do projeto, no ano de 2008.

Já o estágio 3 pode ser confirmado quando a empresa entra em regime de estabilização da produção e assim foi possível coletar os ganhos ecológicos. Utilizamos como parâmetro *takt time* estabilizado, considerado como aquele que os operadores treinados obtinham para uma demanda específica. Para este caso, usou-se o citado no ano de 2008, obtido logo após as modificações da linha de produção. No caso do estágio 4, o Fornecedor A tornou-se uma empresa sustentável e os ganhos econômicos, ambientais e sociais são demonstrados a seguir.

Tabela 3. Resultados obtido a partir dos dados coletados do fornecedor A no período estudado

Índices	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média	Total
Demanda (peças)	582	587	640	646	644	702	438	605,6	4239,0
<i>Takt time</i> (s)	56	56	62	62	62	68	42	58,3	-
Redução do consumo de energia (GW)	2,695	2,717	2,962	2,992	2,979	3,249	2,028	2,803	19,623
Redução dos custos com energia (mil R\$)	107,8	109,5	130,3	132,9	131,8	156,7	61,1	118,6	830,0
Redução das emissões de CO ₂ (t)	66,02	66,56	72,58	73,30	73,00	79,60	49,69	68,68	481

O consumo de energia elétrica foi reduzido em 19,6 GW, o que levou a redução dos custos com energia elétrica, no período, chegou a R\$ 830,0 mil. De acordo com Giraçol et al. (2011), para cada tonelada de CO₂ reduzidas nas emissões de uma empresa, essa pode ganhar um crédito de carbono, o qual pode ser comercializado, no mercado europeu, por até US\$ 9,25/t (27,75 R\$/t). Assim, pode-se ganhar com a venda dos seus créditos de carbono acumulados no período cerca de R\$ 13,4 mil. Somados com a redução dos custos com energia elétrica, pode-se mensurar uma redução nos custos de 843,4 mil.

A seguir, foi sintetizado os resultados da Contabilidade de Custo Ecológico nas três dimensões:

- Na Dimensão Social:
 - Ganhos associados ao seu conceito de redução da sobrecarga do operador, pela eliminação de atividades repetitivas, os esforços físicos do operador, posições não ergonômicas, giros de tronco entre outros, preservando assim, a saúde do



- operador e contribuindo para que tenha uma vida melhor.
- A melhoria da imagem do Fornecedor A através da divulgação da aquisição dos créditos de carbono e da redução do consumo de energia;
- A redução no consumo de energia pode contribuir na redução das quedas de energia elétrica na vizinhança.
- Pela redução de emissões de CO₂, o Fornecedor A está diminuindo a poluição do ar e consequentemente reduzindo de doenças causadas pela poluição do ar na comunidade vizinha.
- Reduzindo as emissões de CO₂, provavelmente, o seu impacto ambiental na poluição do ar será reduzido, permitindo que o meio ambiente possa se recuperar, tornando o ar mais limpo, reduzindo as incidências de problemas respiratórios na população vizinha e consequentemente, ajudando a melhorar a qualidade de vida à população da região.
- Diminuindo o consumo de energia influencia no consumo de água para gera-la, logo ao se reduzir o seu consumo, esta água pode ser destinada somente ao consumo humano e assim, contribuindo para a redução dos ciclos de falta d'água na região;
- Todos estes benefícios sociais voltados internamente para os seus funcionários e para a comunidades vizinhas à empresa, levam à uma melhoria na imagem da empresa.

- Na Dimensão Ecológica:
 - Redução em 481 t de emissões de CO₂ para o meio ambiente;
 - Acúmulo de créditos de carbono;
 - Redução do consumo de energia elétrica em 19,6 GW;
 - Redução no consumo de água das hidroelétricas para produzir esta quantidade de energia;

- Na Dimensão Econômica:
 - Com a melhoria da eficiência do processo produtivo do Fornecedor A em 15,6% através da redução dos tempos de processo, nas linhas, o que pode indicar uma redução nos custos por peças e consequentemente, redução nos custos da empresa;
 - Com a redução da quantidade de movimento dos operadores, pode-se haver um ganho econômico com a redução nos afastamentos dos funcionários;
 - Redução dos custos com aquisição de energia elétrica em R\$ 830 mil;
 - Da redução de custo anterior, também pode se associar a redução da possibilidade de multas por elevação do consumo de energia elétrica;
 - Aquisição de R\$ 13,4 mil com a venda dos créditos de carbono;
 - Redução total nos custos de até R\$ 843,4 mil, em valores medidos no projeto (não contando os ganhos internos à contabilidade da empresa e com as externalidades apresentadas nos ganhos sociais);
 - O fato de ser ambientalmente e socialmente correta levam a uma melhora na imagem da empresa e se bem trabalhado pelo setor de *marketing*, pode atrair mais clientes para a empresa, o que pode dar um bom retorno financeiro para empresa.



4. Conclusões

Analisando-se o texto exposto anteriormente, é possível concluir que:

A empresa teve ganhos sociais, devido a geração de crédito de carbono e redução de impactos ambientais e melhoria na qualidade de vida do operador devido à redução de esforços físicos no processo o que levam à melhoria na imagem da empresa.

Pela redução do consumo de energia elétrica, redução nos impactos ambientais, devido à redução da emissão de gases do efeito estufa e do consumo de água para gerar a quantidade de energia economizada, a empresa tornou-se mais ecologicamente correta.

Com a venda dos créditos de carbono e a redução dos custos com a aquisição de energia elétrica, houve uma diminuição nos custos totais da empresa de R\$ 843,3, no período estudado. Além disto, pode ter ganhos com a redução dos custos na produção das peças, pela redução do número de afastamentos de funcionários e com a melhoria da sua imagem.

Ficou demonstrado então que é possível mesclar as técnicas de Produção Enxuta com a teoria da Contabilidade de Custo Ecológico, de forma a minimizar os impactos sociais e ambientais da empresa, usando soluções economicamente viáveis para esta empresa automotiva.

Referências

Burritt, R. L. & Saka, C. 2006. Environmental management accounting applications and eco-efficiency: case studies from Japan, *Journal of Cleaner Production*. 14, 1262-1275.

Bansal, P. 2005. Evolving sustainability: A longitudinal study of corporate sustainable development, *Strategic Management Journal*. 26, 197-218.

Chulián, M. F. 2007. Contabilidad de Costes Ecológicos Completos en España. Análisis Exploratorio Documento de trabalho 06/06. Universidad de Burgos, 2006.

Marimin, M. A. D.; Machfud, M. P. I. F. P.; Bangkit W. 2014. Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 85, 201-211.

Duarte, S.; Cruz-Machado, V. 2013. Modelling lean e green: a review from business models. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4, 228-250

Fresner, J. E G. & Engelhardt, G. 2004. Experiences with integrated management systems for two small companies in Austria. *Journal of Cleaner Production*. 12, 623-631.

Galeazzo, A.; Furlan, A.; Vinelli, A. 2013. Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects. *Journal of Cleaner Production*. 27, 1-10.

Giraçol, J. et al. 2011. Reduction in ecological cost through biofuel production from cooking oils: an ecological solution for the city of Campinas. *Brazil Journal of Cleaner Production*. 19, 1324-1329.



- Gnoni, M. G.; Andriulo, S.; Maggio, G.; Nardone, P. 2013. "Lean occupational" safety: an application for a Near-miss Management System design. *Safety Science*. 53, 96-104.
- Hajmohammad, S.; Vachon, S.; Klassen, R. D.; Gavronski, I. 2013. Reprint of Lean management and supply management: their role in green practices and performance. *Journal of Cleaner Production*. 56, 86-93.
- Jabbour, C. J. C.; Se Souza Jabour, A. B. L.; Govindan, K.; Teixeira, A. A.; De Souza Freitas, W. R. 2013. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. *Journal of Cleaner Production*. 47, 129-140.
- Jiménez, I.C. 2007. Contabilidad de costes ecológicos en España: valoración de los costes externos de las empresas. Documento de trabalho 05/06. Universidad de Burgos, 2006.
- Klepa, R. B.; Matos, J. D. S; Souza, R. R>; F.A.C. Calarge, F. A. C.; Farias, T.M.B.; Santana, J.C.C. 2013. Viabilidades econômica, social e ambiental do reuso de resíduos de uma cerâmica através da aplicação da contabilidade de custos ecológicos. *Revista SODEBRAS*. 8, 13-18.
- Labodova, A. 2004. Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach. *Journal of Cleaner Production*. 12, 571-580.
- Marksberry, P.; Badurdeen, F.; Gregory, B.; Kreaflle, K.2010. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 21, 670-686.
- Mollenkopf, D., Stolze, H.; Tate, W. L.; Ueltschy, M. 2010. Green, lean, e global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.40, 14-41.
- Pampanelli, E.; Found, P.; Erea, M. 2013. A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*. 85, 19-30.
- Passarini, K. C.; Pereira, M. A.; Farias, T. M. B.; Calarge, F. A.; Santana, C. C. 2014. Assessment of the viability and sustainability of an integrated waste management system for the city of Campinas (Brazil), by means of ecological cost accounting. *Journal of Cleaner Production*. 65, 479-488.
- Pereira, M. A. 2011. Elaboração e aplicação de instrumento para avaliação da gestão contábil integrada nas dimensões econômica, ambiental e social: uma análise exploratória em empresas do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Nove de Julho, São Paulo, Brasil.
- Rosa, J. M.; Pereira, M. A.; Pereira, F. H.; Baptista, E. A.; Calarje, F. A.; Santana, J. C. C.; Tambourgi, E. B. 2013. Applying of Ecological Cost Accounting in a Textile Industry: a case study. *Journal Chemistru and Chemical Engineering*. 7, 251-255.



V SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade

International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317 - 8302

Romanini, V. 2007. Os valores da Sustentabilidade. Revista Exame PME. São Paulo: Abril, 9 ed., p. 22- 33, jul./ago. 2007.

Rubenstein, D.B. 1994. Environmental Accounting for the Sustainable Corporation. Strategies and Techniques, Quorum Books, Westport.

Shah, R.; Ward, P. 2007. Defining e developing measures of lean production. Journal of Operations Management, v.25 n.4, p.785-805

Silveira, A.; Coutinho, H. 2008. Trabalho padronizado: a busca por eliminação de desperdícios. Revista INICIA. 8, 8-16.

Simons, D.; Taylor, D. 2007. Lean thinking in the UK red meat industry: a systems and contingency approach. International Journal of Production Economics. 106, 70-81.

Sorte, W. 2011. Supply chain management in the Brazilian automobile industry: bottlenecks for steadier growth. International Journal of Lean Thinking, 2.

Torielli, R.; Abrahams, R. A.; Smillie, R. W.; Voigt, R. C. 2011. Using lean methodologies for economically e environmentally sustainable foundries. China Foundry, v.8, n.1, p.74-88, 2011.