

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**PRODUÇÃO MAIS LIMPA: ANÁLISE E REESTRUTURAÇÃO DE PROJETO DE
PRODUTO**

**CLEANER PRODUCTION: ANALYSIS AND PRODUCT DESIGN
RESTRUCTURING**

Luciana Fighera Marzall, Lucas Almeida dos Santos, Daniel Lemes Gonçalves e Leoni Pentiado
Godoy

RESUMO

No atual contexto mundial as empresas vêm incorporando cada vez mais em suas estratégias o conceito de sustentabilidade. Em função desta nova tendência surgem metodologias como a Produção mais Limpa, que auxiliam as organizações a implantar o conceito de ecoeficiência em seus processos. Aplicando-se a Produção mais Limpa, realizou-se um estudo de caso em uma indústria fabricante de antenas para telecomunicações da região central do Rio Grande do Sul. O estudo tem como objetivo identificar e aplicar melhorias no projeto de produto de um modelo de antena aumentando a produtividade no uso de materiais, utilizando técnicas de Produção mais Limpa. Foi aplicada abordagens qualitativa e quantitativa para descrever e avaliar o processo de fabricação da antena. Como resultado foi possível identificar oportunidades de mudanças no produto e aplicá-las, o que gerou a redução do emprego de materiais e ganhos de eficiência no transporte, trazendo ganhos para a empresa, meio ambiente e sociedade.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Projeto de Produto; Produtividade; Produção mais Limpa

ABSTRACT

In today's world companies have been increasingly incorporating into their strategies the concept of sustainability. Due to this new trend emerge methodologies such as Cleaner Production, that enable organizations to implement the concept of eco-efficiency in its processes. Applying the Cleaner Production, there was a case study in a manufacturing industry of antennas for telecommunications in the central region of Rio Grande do Sul. The study aims to identify and implement improvements in product design an antenna model increasing productivity in the use of materials using cleaner production techniques. It was applied to the qualitative and quantitative approaches for describing and assessing the antenna manufacturing process. As a result it was possible to identify opportunities for product changes and apply them, which led to a reduction in the use of materials and efficiency gains in transport, bringing gains for the company, environment and society.

Keywords: Environment; Product design; Productivity; Cleaner Production

1. INTRODUÇÃO

Seguindo as novas tendências mundiais, as organizações a cada dia estão mais voltadas para o contexto da sustentabilidade. No Brasil esta mudança não se difere dos demais países que estão se adaptando à esta realidade de mercado, que demanda produtos mais versáteis, com menor custo e maiores rendimentos. As empresas têm procurado mudar a sua forma de agir e pensar sobre o que produzir e como produzir suas mercadorias, em nome de gerar produtos mais economicamente viáveis para o consumidor e otimizar a utilização de mão de obra e matérias primas na construção dos mesmos. Isso ocorre devido à forte concorrência e ao mercado globalizado, onde os consumidores têm acesso a qualquer tipo de item e seus preços por meio da internet, o que faz com que produtos de valores elevados e difícil transporte saiam fora do mercado.

Ainda existe o viés da produtividade da empresa. Ter bons níveis de produtividade significa que maior será a produção que a organização é capaz de gerar utilizando uma menor quantidade possível de recursos. Frequentemente as empresas desenvolvem produtos de boa viabilização mercadológica, porém não se preocupam no processo produtivo e seu rendimento. Isso pode ocasionar um processo de fabricação deveras danoso ao meio ambiente, gerando muito resíduo e não oferecendo eficiência na ocupação dos materiais, ou seja, produz pouco consumindo muito.

Esta falta de análise de processo produtivo e dos materiais empregados, além contribuir para a escassez de recursos na natureza, eleva o custo do produto, prejudicando a lucratividade da organização. É essencial dispor de procedimentos enxutos e bem estruturados, além de ter um produto de fácil fabricação e que possua um bom aproveitamento das matérias-primas empregadas. Aliado ao contexto do lucro, o aumento da produtividade na fabricação dos produtos atende a necessidade de preservação do meio ambiente, atendendo o conceito de sustentabilidade. Na empresa estudada, a sustentabilidade será garantida pelo nível de produtividade que ela é capaz de alcançar.

A Produção mais Limpa (P+L) é uma metodologia para auxiliar empresas a maximizar a eficiência na utilização dos insumos de produção. É uma estratégia a qual busca-se índices otimizados de produtividade, impulsionando as organizações à estudar seus processos de fabricação, com o objetivo de produzir mais itens, desperdiçando menos insumos e poluindo menos o ambiente. Para isso utilizam-se ferramentas e técnicas para que os fatores de produção empregados no processo não aumentem à mesma proporção do aumento da quantidade de produtos gerados. O método é de fácil aplicação, podendo ser incorporado por qualquer empresa que tenha interesse. Não demanda altos níveis de investimentos e ajuda os gestores a gerenciar os fatores de produção de forma e minimizar os resíduos e reaproveitá-los.

Aplicando-se técnicas de P+L, realizou-se um estudo de caso aplicado a uma empresa de engenharia de telecomunicações situada na região central do Rio Grande do Sul, com o objetivo de identificar e aplicar melhorias no projeto de produto de um modelo de antena aumentando a produtividade no uso de materiais. Em torno deste objetivo, desenvolveu-se uma pesquisa de abordagem quantitativa e qualitativa, com base em estudos bibliográficos sobre Produção mais Limpa, produtividade e sustentabilidade. Realizou-se pesquisa de campo, caracterizada com exploratória descritiva, coletando-se dados na empresa pesquisada sobre a antena 4Y25017-29S.

Os dados foram coletados relacionando-se como ocorre e o que emprega-se de insumos no processo produtivo desta antena. Relatou-se estas informações através de estudo documental, entrevistas direcionadas aos gestores e trabalhadores de chão de fábrica, observações aos temas abrangidos pelo referencial teórico, objetivando executar mudanças na cadeia produtiva que melhorassem a produtividade do produto sem demandar investimentos para a efetivação das inovações sugeridas. Os resultados gerados mostram como é possível

reduzir o custo de produto e poluir o meio ambiente em menores escalas, melhorando a eficiência do emprego de materiais e operações, gerando também resultados secundários, como a redução do custo de transporte do material em função das inovações aplicadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir apresenta-se o referencial teórico pesquisado para dar embasamento à presente pesquisa, no qual serão abordados os temas Abordagem Ambiental nas Empresas e Produção mais Limpa.

2.1 Abordagem Ambiental nas Empresas

O foco no gerenciamento ambiental nas empresas está passando por uma mudança de paradigmas onde busca-se ter atitudes proativas em relação à preservação do meio ambiente. No processo de produção das indústrias, ao invés de ter atitudes reativas, que são executadas com um único intuito de as cumprir as leis ambientais, busca-se tornar atitudes previamente ao aparecimento de problemas ambientais (SILVA, 2003).

Esta nova abordagem em relação ao meio ambiente gera uma atitude mais eficaz nas empresas, diminuindo o tempo de execução de ações de melhoria na preservação do planeta. Esta nova abordagem, que baseia-se na cultura ambiental e não no cumprimento de obrigações pode ser denominada de ética ambiental e está cada vez mais sendo trabalhada dentro das organizações. Este novo paradigma gera diferentes comportamentos que influenciam a forma de executar as tarefas da rotina de trabalho. Eles são descritos pela Figura 1.

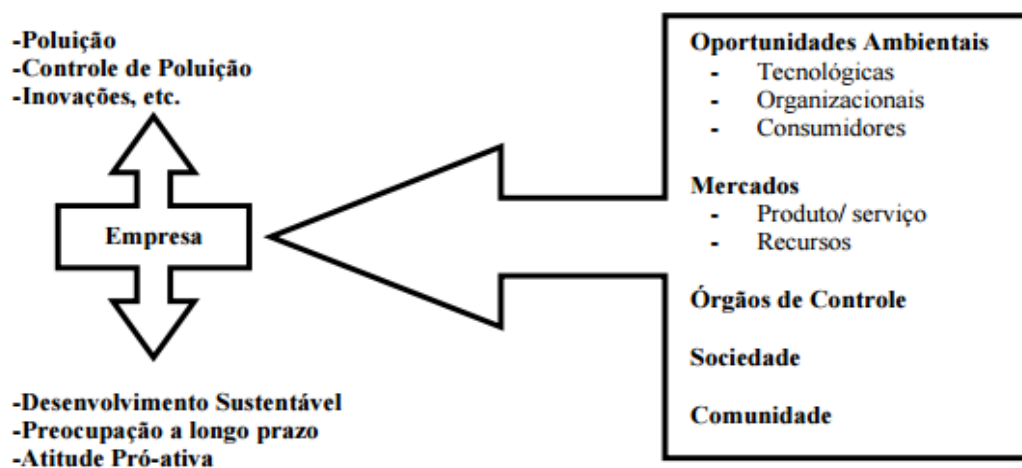


Figura 1 – Novo Paradigma Ambiental
Fonte: Silva (2003)

O diagrama proposto pela Figura 1 demonstra como a questão ambiental interage no ambiente empresarial influenciando suas ações. O novo paradigma da preservação do meio ambiente, além de modificar o comportamento na empresas gera novas oportunidades de negócios em função de impulsionar inovações e formas de executar o processo produtivo, gerando melhorias em produtos e processos.

Segundo Porter (1995), a gestão ambiental vem se tornando um fator adicional na competitividade da empresas. À medida que executam-se ações ambientais no empreendimento

pressupõem-se um aumento no potencial de competitividade da mesma, pois a sociedade atual está exigindo que produtos e serviços estejam adaptados a esta realidade. Organizações que não se adequarem a esta nova tendência de mercado, provavelmente serão eliminados pela concorrência que se adaptou.

Além de ser um diferencial competitivo, a gestão ambiental estimula o aumento de produtividade na produção de produtos ou serviços. Isso ocorre pois através do aprendizado ambiental reflete-se sobre maneiras de produzir mais utilizando-se menos recursos ou produzindo menos resíduo, o que torna o processo menos oneroso para a empresa e meio ambiente (ROMM, 1996).

2.2 Produção mais Limpa

A Produção mais Limpa reúne um conjunto de técnicas que unidas buscam melhores desempenhos na utilização de recursos no processo produtivo das empresas. A P+L tem como foco principal a redução do uso de materiais tóxicos e poluentes no processos de produção e a aplicação nos produtos em si. A filosofia da desta metodologia é extinguir o uso de materiais que podem prejudicar ecologicamente o meio ambiente, purificando o processo de produção das empresas (SILVA, 2003).

Um dos princípios que facilitam a aplicação da Produção mais Limpa na empresas é investimento demandado. Muitas vezes será necessário que se invista recursos para haver modificações nos procedimentos de produção, porém existe a possibilidade de fazer uma adaptação dos processos já existentes para ocorrer a melhorias, ou seja, não demanda aplicação direta de recursos monetários para executar uma produção menos poluente. A Figura 2 exemplifica estas correlações de mudanças aplicáveis na organização.

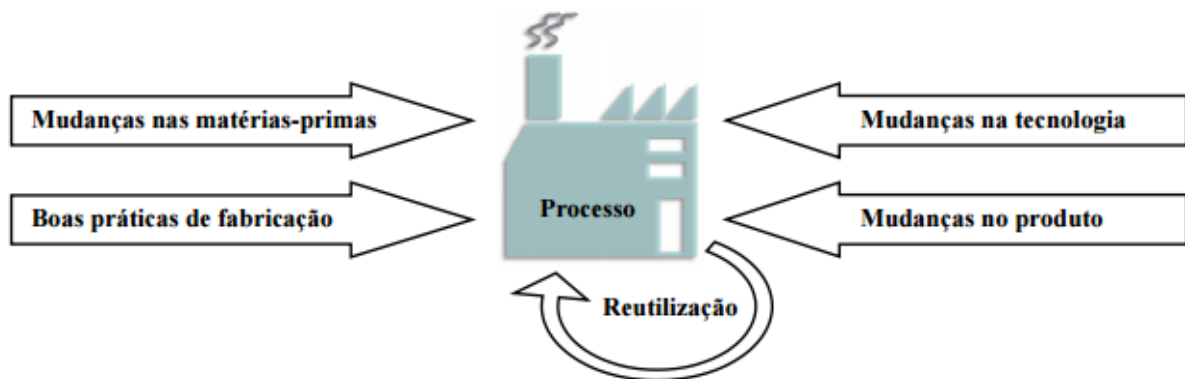


Figura 2 - Processo de atuação da Produção mais Limpa
Fonte: Unep

É possível visualizar na Figura 2 que a Produção mais Limpa busca mudanças na organização para modificação de seu processo produtivo, utilizando o princípio da reutilização. A P+L parte do pressuposto que e equipamentos podem ser adaptados e não eliminados para ocupação de novas tecnologias. Para diminuir os resíduos de produção podem ser aplicadas alterações no processo produtivo, automação de processos, eliminação de processos, reestudo do projeto de produto, condições de produção (temperatura, umidade, pressão), arranjos físicos, métodos de estocagem, entre outras possíveis adaptações. A aplicação da P+L pode estender-se além da manufatura, podendo também ser aplicada nas áreas de manutenção e logística

Além das modificações aplicadas a processos, existem as mudanças aplicadas à produtos, que têm como objetivo principal reduzir a utilização de recursos, cumprindo com os requisitos de qualidade e durabilidade dos mesmos. O padrão de qualidade não deve decair em função da aplicação da P+L, mas sim modificar-se, utilizando produtos substitutos, menos

poluentes, e reutilizando as sobras do processo para composição de novas matérias primas para confecção de novos produtos ou subprodutos (SILVA, 2003).

3. METODOLOGIA

O estudo foi aplicado em uma indústria de pequeno porte, instalada na região central do Estado do Rio Grande do Sul. A empresa conta atualmente com 20 colaboradores no seu quadro funcional e fabrica antenas para telecomunicações. Ela atende mercados específicos quem demandam soluções profissionais em antenas e outros dispositivos passivos de rádio frequência (RF), empregado no mercado de comunicação via *wireless* (transmissão de dados sem fio).

A organização atende o mercado de telefonia móvel, automação industrial e distribuição de energia, tendo como clientes alguns dos mais importantes provedores de internet via rádio do Brasil, empresas petroleiras, operadoras de telefonia fixa e móvel, companhias de energia e empresas dos mais diversos setores econômicos. A empresa também é prestadora de serviços, fornecendo aplicações de corte a laser, gravação a laser e usinagem e dobra CNC em chapas metálicas.

Relativo a procedimentos este trabalho trata-se de um estudo de caso, pois se realiza um profundo e exaustivo estudo do processo, produzindo assim um amplo e detalhado conhecimento, com o objetivo de perceber “como” e “por que” funcionam as “coisas”. É um estudo empírico que busca compreender o fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade (YIN, 2010).

Quanto à abordagem da pesquisa, trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa. Quantitativa, pois o estudo utiliza-se da linguagem matemática para a mensuração de dados coletados em resposta a um problema anteriormente formulado. O pesquisador não interfere ou pouco interfere nas variáveis de pesquisa dados (CAUCHICK MIGUEL et al., 2012). Também atende as principais preocupações deste tipo de abordagem, que é a mensurabilidade, a causalidade, a generalização e a replicação (BRYMAN, 1989).

É também uma pesquisa qualitativa, pois o artigo leva em consideração os dados provenientes das perspectivas dos trabalhadores envolvidos no processo de desenvolvimento do produto estudado, trazendo as impressões pessoais dos indivíduos envolvidos na pesquisa. Emprega-se a análise de documentos e dados históricos sobre projeto de produto para operacionalizar conceitos e estruturar a coleta de dados (CAUCHICK MIGUEL et al., 2012).

A técnica utilizada é a pesquisa bibliográfica, para dar suporte em relação a escolha do problema da pesquisa, aos objetivos determinados, além de fundamentar a justificativa estudo, através de materiais publicados em livros, revistas, jornais, e redes eletrônicas (GIL, 1996).

Os métodos de coleta de dados da pesquisa serão a pesquisa documental, a observação participante, a descrição dos dados, além de conversas e entrevistas não padronizadas com os responsáveis pelo projeto da antena 4Y25017-29SG.

4. RESULTADOS

Os resultados e discussões trazem informações referentes à aplicação da P+L em uma indústria da região central do Rio Grande do Sul, focando no reestudo do projeto do produto 4Y25017-29SG, antena denominada YAGI QUADRUPLA 244 – 262 MHz 20,8 dBi. Este produto trata-se de um arranjo de 4 antenas que ficam dispostas paralelamente em uma torre de comunicações ligada a um rádio transmissor de sinal para a criação de um sinal de comunicação de telefonia sem fio.

4.1 Aplicação da Produção mais Limpa no Projeto de Produto

O foco deste estudo diz respeito a modificações executadas em uma antena para telecomunicações utilizando-se técnicas e princípios de P+L. Para isso, empregou-se recursos de existentes na empresa para a execução do processo. O desenvolvimento de um novo conceito de produto partiu da necessidade de redução de custos de transporte para clientes.

Segundo o cliente que demandou esta modificação, a antena da empresa pesquisada possui um desempenho superior às dos seus concorrentes, porém, devido ao aumento do custo logístico em função do incremento de preço da gasolina brasileira, o transporte tornou-se mais caro do que o próprio produto, tornando-se inviável transportar estes itens do Rio Grande do Sul para São Paulo, local onde está situada a sede matriz do cliente. Neste caso o projeto original não mais corresponde às expectativas de custos o qual o cliente está disposto à pagar.

Partindo desta necessidade o departamento de pesquisa e desenvolvimento da empresa reuniu o seu corpo de colaboradores para a análise e reestudo do processo de produção da antena, visando atender os seguintes objetivos: melhorar o desempenho logístico do produto reduzindo o custo de transporte, melhorar custos de fabricação e a reduzir a utilização de materiais poluentes, sem comprometer o desempenho do produto e sua qualidade.

A análise do departamento de engenharia observou os seguintes quesitos: materiais empregados na antena, processos executados para a sua produção, recursos humanos envolvidos nos processos, custos e tempos de produção. A análise resultou em algumas importantes modificações no produto e no procedimento de fabricação, tornando o processo de fabricação mais produtivo. A Figura 3 demonstra o método aplicado para reestruturação do projeto de produto.

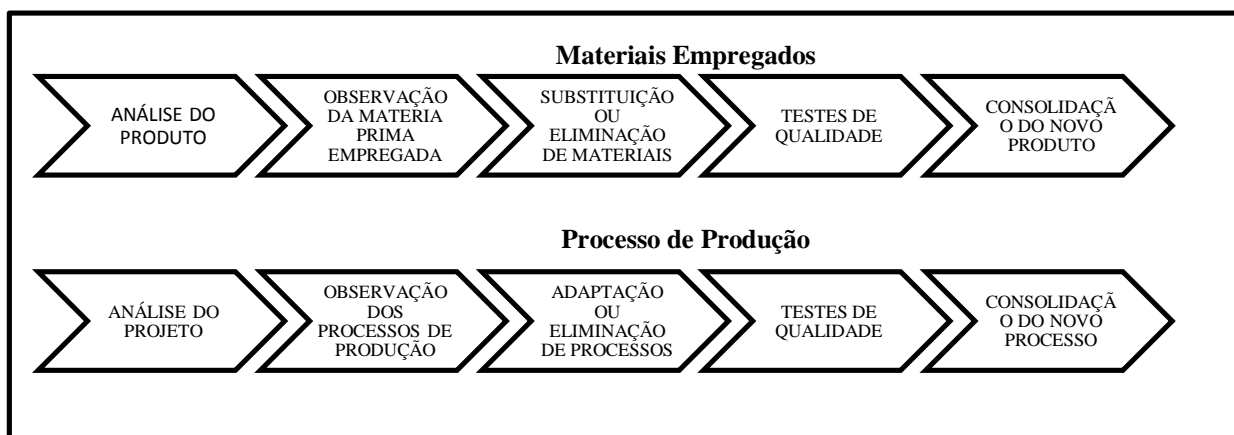


Figura 3 – Análise de projeto de produto e a aplicação da P+L
 Fonte: Pesquisa (2015)

A Figura 3 expõe como ocorreu o processo de análise e aplicação das técnicas de Produção mais Limpa, focando-se na geração de uma produção menos poluente e mais eficiente. Observou-se o produto sob dois diferentes ângulos: materiais empregados e processo de produção.

No estudo dos materiais utilizados analisou-se a função de cada item empregado na antena e a sua relevância na constituição do projeto completo. Observou-se a possibilidade de substituição destes itens por outros menos poluentes ou até mesmo a eliminação dos mesmos. No estudo do processo produtivo observou-se as operações que são executadas para a concepção do produto final, buscando adaptar o padrão de processo para torna-lo mais ágil.

As mudanças em materiais e processos, assim como a estrutura de produtos são modificações que ocorrem simultaneamente, pois existem casos que a eliminação de um

processo é ocasionado por uma modificação da estrutura do produto ou em função da utilização de novos materiais, ocasionando uma mudança em todos os aspectos do projeto.

4.2 Mudanças Aplicadas e Impactos no Projeto de Produto

Uma das mudanças aplicadas foi a substituição da matéria prima principal empregada. No projeto original as antenas são confeccionadas em alumínio de liga 6351-T6. Após a análise da cadeia produtiva, observou-se que o processo de pintura é executado com a função de proteger a antena, que fica exposta na torre sofrendo impactos climáticos de acordo com o local onde ela está instalada (chuva, sol, maresia, variações de temperatura).

Assim, buscou-se uma liga de alumínio mais resistente, que possibilitasse uma redução das camadas de produtos químicos aplicados à superfície do produto. Substituiu-se a liga de alumínio utilizada por um alumínio de liga naval, que é uma liga que permite a exposição do produto aos mais diferentes climas e alterações de temperatura sem alterar sua estrutura física e química.

A mudança na liga estrutural do alumínio eliminou o processo de pintura da antena, extinguindo a utilização de tintas, resinas e solventes utilizados neste processo. Essa eliminação da pintura, além de reduzir a emissão de agentes altamente poluentes no globo terrestre, também reduziu custos de produção e aumentou a rapidez da entrega do produto, pois a tinta demora a secar, principalmente em dias mais úmidos. Reduziu-se o custo do produto em R\$ 60,00 reais relativo à materiais aplicados. Mensurando-se os custos de mão de obra, com a diminuição de 3 horas do processo de pintura por unidade produzida, calculando-se que a hora homem desta empresa esteja por volta de R\$ 80,00, obteve-se uma redução de R\$ 240,00 de custo em função da eliminação do processo de pintura.

Ocorreu também uma redução nos gastos com energia elétrica, pois além não ser mais necessário ligar as máquinas de pintura, também não foi mais necessário acionar a câmara de pintura, utilizada para aspirar o resíduo de tinta que fica pairando no ar no momento da aplicação da tinta. Assim, cumpre-se com os quesitos básicos da sustentabilidade, atendendo o viés ambiental e econômico deste tema através das modificações aplicadas.

Houve também uma alteração na estrutura do produto com o intuito de atender a necessidade de redução dos custos logísticos da antena. A ligação entre o boom central e os elementos da antena eram fixadas através de pontos de solda. Após as alterações executadas no projeto, estes pontos de solda foram substituídos por parafusos, o qual o cliente acopla os elementos à antena. Desta forma, do total de 22 pontos que a antena utiliza solda, 14 deles foram eliminados, representando uma redução de pontos de soldagem de aproximadamente 64%.

A redução dos pontos de soldagem resultou em otimização do tempo de produção, pois o processo de acoplamento dos elementos passou a ser executado pelo cliente no momento da montagem da antena. Também reduziu-se a utilização de varetas de solda, tornando o processo menos poluente. A redução do emprego da solda na taxa de 64% significa uma economia de 2 horas de processo de soldagem por unidade produzida mais a matéria-prima empregada, que finaliza na diminuição de R\$ 190 reais de custos produção. Em contrapartida, houve o aumento do uso de parafusos, porcas e arruelas na estrutura, empregadas para fixar os elementos anteriormente soldados, o que gerou um gasto de R\$ 110,00 por unidade fabricada. Confrontando-se os valores, obteve-se uma maior rentabilidade no projeto inovador em relação ao inicial, gerando uma economia de R\$ 80,00 por unidade produzida.

4.3 Melhoria do Processo Logístico

No projeto inicial, a antena possuía 4,30 metros de comprimento após montada. Para o transporte, as antenas eram divididas em duas partes que eram unidas posteriormente por flanges parafusadas, cada uma com 2,15 de comprimento, ou seja, o produto era partido pela metade, conforme a Figura 4:

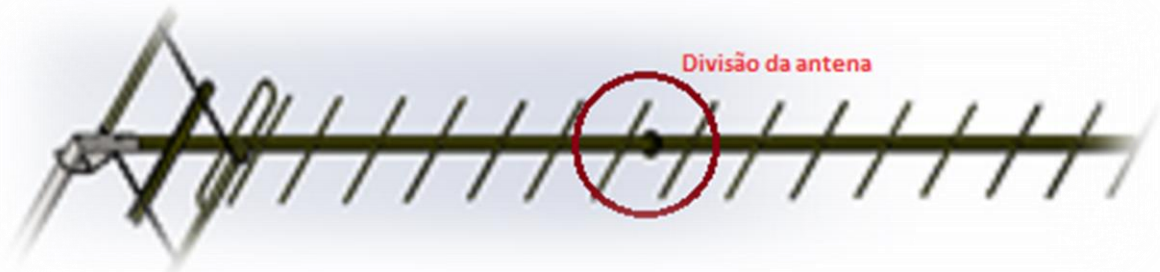


Figura 4 – Projeto inicial da Antena modelo YAGI dividida em duas partes
Fonte: Pesquisa (2015)

Desta forma o produto gerava uma caixa de transporte de 2,20 metros. Agora a antena foi reduzida e seccionada em três partes de forma a não perder seu ganho de frequência. Assim, passou a ser transportada em uma embalagem menor. O novo projeto é apresentado na Figura 5:



Figura 5: Boom central da antena seccionado em três partes
Fonte: Pesquisa (2015)

Analisando-se leigamente, pode-se interpretar esta inovação como um simples melhoria, porém a mudança do elemento central da antena, assim como os elementos secundários, altera totalmente o desempenho do projeto devido a interferência que as características mecânicas do produto geram sobre o seu desempenho. A inserção de uma uma secção resultou no acoplamento de mais uma flange na estrutura da antena e reposicionamento dos elementos secundários.

Desta forma foi preciso fazer um reposicionamento dos elementos secundários da antena e da grade refletora, simulando a atuação do produto em campo e em *softwares* específicos para a simulação de ondas eletromagnéticas para ajustar as novas disposições de suas partes. Referente ao ganho eletromagnético da antena relativo as alterações efetuadas no projeto, analisa-se as informações sobre o desempenho do arranjo de antenas antes e depois das inovações implementadas conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 – Desempenho eletromagnético da antena antes e depois das inovações aplicadas

Características Elétricas	Projeto Inicial	Projeto Inovador
Tipo	4Y25015-17SG	4Y25015-17SG
Faixa de Frequência	244 a 262 MHz	244 a 270 MHz
Ganho Nominal	20,8 dBi	20,8 dBi
Impedância Nominal	50 Ohms	50 Ohms
R.O.E	< 1,3:1	< 1,3:1
Polarização	Linear	Linear
Relação Frente-Costas	26 dB	29 dB
Isolação por Polarização Cruzada	29 dB	28 dB
Feixe -3 dB @ 253 MHz – Plano E	17°	17°
Feixe -3 dB @ 253 MHz – Plano H	18°	18°
Potência Máxima de Entrada	150 W	150 W
Máximo Lóbulo lateral $\phi < 100^\circ$	-18 dB	-17 dB
Máximo Lóbulo lateral $\phi \geq 100^\circ$	-27 dB	-26 dB

Fonte: Pesquisa (2015)

Percebe-se na Tabela 1 que as alterações no desempenho não foram significativas, podendo-se analisar que o particionamento da antena, a eliminação de processos e mudanças nos materiais e tratamentos aplicados não interferiu no desempenho do produto. Isto posto, as inovações aplicadas tornam-se válidas além do dispêndio de recursos financeiros aplicados em horas homem, simulações e prototipagens.

O particionamento da antena gerou uma redução no volume da caixa a qual ela é transportada. Esta redução resultou em um decréscimo do emprego de matéria prima para a construção da caixa a qual o produto é transportado. O projeto inicial utilizava 4,24 m² de um material denominado OSB, material composto de restos de lascas de madeira para a confecção de uma caixa maciça que protege totalmente o produto transportado. Na caixa do projeto inovador, a utilização de materiais ficou por volta de 1,36 m², resultando em uma redução de 68% no emprego de matéria prima para embalagem do produto. É possível visualizar os valores na Tabela 2.

Tabela 2 - Redução da utilização de materiais através a aplicação da P+L

VERSÃO DO PROJETO	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS NA EMBALAGEM - OSB DA CAIXA (M ²)	CUSTO DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA EMBALAGEM
ANTIGO	4,24	R\$ 67,84
NOVO	1,36	R\$ 21,76
REDUÇÃO	68%	67,9%

Fonte: Pesquisa (2015)

A Tabela 2 demonstra que, além da produção tornar-se mais enxuta e conseqüentemente mais sustentável, houve uma redução do gasto com o material utilizado na caixa. O custo de produção da caixa reduziu em 68% o que tornou o produto mais lucrativo. O OSB é adquirido em média pelo valor de R\$ 16,00 o metro quadrado. Isto significa que os valores de materiais empregados para a construção de embalagens reduziram de R\$ 67,84 para 21,76 por unidade transportada, reduzindo o custo geral da embalagem a uma taxa de 32% do valor antes pago por unidade.

4.4 Atendimento de Requisitos do Cliente: Melhorias no Custo de Transporte

No que refere-se aos custos de transporte do produto, inicialmente calculou-se o volume da caixa de transporte utilizada para o deslocamento da antena até o cliente. Levantou-se informações sobre o projeto antigo e do projeto inovador para a comparação dos resultados. Os dados coletados demonstram que a caixa inicial tinha as medidas de 2,20 metros de comprimento por 0,3 metro de altura e 0,7 de largura. No projeto inovador a caixa de transporte passou a medir 1,60 de comprimento por 0,2 de altura e largura, conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Comparativo do projeto inicial e do projeto inovador na melhoria do custo de transporte

FATORES	PROJETO INICIAL	PROJETO INOVADOR
Tamanho da embalagem (m)	2,20 X 0,3 X 0,7 m	1,60 X 0,2 X 0,2 m
Cubagem (m ³)	0,31 m ³	0,06 m ³
Custo de Transporte (unitário)	R\$ 553,16	R\$ 146,69

Fonte: Pesquisa (2015)

Comparando-se os dados apresentados na Tabela 3, calcula-se que houve uma redução no volume da caixa (cubagem) de aproximadamente 79%. Formalizou-se uma simulação do custo do transporte como os dados dos dois projetos e obteve-se as cotações de frete. Os critérios utilizados para a simulação do transporte foi a escolha da transportadora mais utilizada pela empresa e a contabilização dos pedidos dos últimos 6 meses, constatando-se que cerca de 65% dos produtos vendidos são destinados à região sudeste brasileira. Assim, foi realizada cotação com a empresa transportadora Brasspress para a cidade de Barueri, localizada no Estado de São Paulo. Foi escolhido este local em função da demanda de produtos estar em sua maioria localizada nesta região e também porque é a cidade onde está localizado o cliente que demandou a mudança do projeto.

As informações utilizadas para a cotação de frete são a cubagem da caixa de transporte, o peso da mercadoria e seu valor de venda declarado em nota fiscal do produto. Como o peso do produto e o seu valor de venda não foram alterados, a alteração do valor da cubagem afetou diretamente o custo do transporte que saiu do valor de R\$ 553,16 de custo inicial para R\$ 146,69, representando uma redução de 73% no valor de transporte pago pelo cliente. Assim, a inovação de produto cumpriu com sua meta principal que era redução do custo de transporte.

5. CONCLUSÃO

Para se manterem competitivas no mercado, as organizações necessitam enquadrar-se no conceito de sustentabilidade, buscando reduzir a depreciação acelerada dos recursos naturais. Para isso, é preciso inovar dentro da organização aplicando-se conceitos alinhados com a ecoeficiência. É preciso desenvolver estratégias que permitam aumentar produtividade e consequentemente preservar o planeta. O caso estudado neste trabalho demonstrou como o conceito de Produção mais Limpa pode ser aplicado a fim de atender uma necessidade demandada por cliente, diminuindo o uso de agentes poluentes no produto sem prejudicar a sua qualidade. O presente artigo demonstra como a empresa executou o processo de aplicação de conceitos P+L nos resultados atingidos.

Mediante o estudo do projeto da antena 4Y25017-29SG, definiu-se que era possível eliminar a pintura do produto fazendo-se uma substituição da matéria prima empregada. Substituiu-se o alumínio utilizado no projeto original por uma alumínio de liga naval. Assim o

produto pode ser exposto a diferentes climas e temperatura, inclusive pode ser colocado em alto mar, onde a antena é exposta à maresia, sem que o produto sofra alterações.

Também foi modificada a estrutura do produto, diminuindo o volume de sua caixa de transporte. Foram também substituídos pontos de solda que eram executados de forma manual, praticamente artesanal, por parafusos e peças feitas em corte laser.

É importante ressaltar as limitações do estudo. Sabe-se que estudos de casos não proporcionam bases suficientes para serem feitas generalizações, principalmente no que tange a processos produtivos, pois são deveras particulares e cada caso é possível observar diferentes situações aplicando-se a mesma teoria. Dessa maneira, para trabalhos futuros sugere-se ampliar as discussões sobre produtividade, sustentabilidade e Produção mais Limpa em uma diversidade maior de indústrias do setor de telecomunicações, em diferentes localidades.

Por fim, percebe-se que o enlace entre a teoria e prática foi fundamental para o desenvolvimento de novas estratégias, pois as inovações do projeto de produto partiram do conhecimento e aplicação do conceito da Produção mais Limpa, caracterizando este enlace pela redução na utilização de materiais empregados, aumento da produtividade em processos e consequentemente um melhor resultado da empresa e preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres: Unwin Hyman, 1989.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MILAN, Gabriel Sperandio; GRAZZIOTIN, Deise. Um estudo sobre a aplicação da Produção mais Limpa (P+ L). **Revista GEPROS**, n. 1, p. 127, 2014.

PORTER, M.; LINDE, C. Green and Competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 1, p.120-134, 1995.

ROMM, J.J. **Um passo além da qualidade: como aumentar seus lucros e produtividade através de uma administração ecológica**. São Paulo: Futura, 1996.

SILVA FILHO, J. C.G.; SICSÚ, A. B. **Produção mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. In. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, Minas Gerais, 2003.

UNEP. United Nations Environmental Programme. Disponível em: <<http://www.unep.org/pc/cp>>. Acessem em jun. 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.