

ECONOMIA CIRCULAR EM EMPRESAS DE SEGMENTOS DISTINTOS

CIRCULAR ECONOMY IN COMPANIES FROM DIFFERENT SEGMENTS

Jovana Larissa Cohen Araujo¹; Marcus Vinícius Lamenha Lopes²; Thailane da Silva Pereira³; Marcelo Albuquerque de Oliveira⁴

RESUMO: A economia Circular visa otimizar o uso de recursos naturais, reduzindo custos e impulsionando a gestão de resíduos. De princípio, 3 empresas distintas localizados na cidade de Manaus foram objetos de estudo, com o propósito de avaliar a promoção de práticas sustentáveis. O objetivo do estudo é comparar as práticas e propor novas ações. A metodologia compreendeu uma fase inicial de estudo por meio da pesquisa em artigos e da aplicação de um formulário respondido pelos funcionários da empresa. Essa abordagem permitiu a elaboração do perfil das empresas, seguida por uma visita in loco para identificar áreas propícias à implementação de ações sustentáveis. A proposta de sustentabilidade foi, então, desenvolvida com base nas conclusões derivadas desses levantamentos.

Palavras-chave: Economia Circular, Sustentabilidade Empresarial e Práticas Sustentáveis.

ABSTRACT: The Circular economy aims to optimize the use of natural resources, reducing costs and boosting waste management. Initially, 3 different companies located in the city of Manaus were objects of study, with the purpose of evaluating the promotion of sustainable practices. The objective of the study is to compare practices and propose new actions. The methodology comprised an initial phase of study through research into articles and the application of a form completed by company employees. This approach allowed companies to be profiled, followed by an on-site visit to identify areas suitable for implementing sustainable actions. The sustainability proposal was then developed based on the conclusions derived from these surveys.

Keywords: Circular Economy, Business Sustainability and Sustainable Practices.

1. INTRODUÇÃO

Dentro do nosso sistema econômico, as empresas se esforçam para acompanhar o desenvolvimento do mundo, com o crescimento populacional e a variabilidade das tendências. O cenário do mercado é inconsistente e o aumento de demandas por produtos manufaturados exigem um modelo de negócios consciente na gestão de recursos naturais.

De acordo com a CNI (2019), A indústria tem papel fundamental na transição entre o tradicional modelo econômico linear para o circular. Ao inserir práticas sustentáveis em seus processos visando a sustentabilidade ambiental que busca a redução de resíduos e a preservação de recursos; e a eficiência

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: jovanalarissa21@gmail.com

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: marcuslamenha1996@gmail.com

³ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: thailanespereira@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: marcelooliveira@ufam.edu.br

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

operacional que atua na utilização de práticas circulares para otimizar e gerenciar de forma mais eficiente os recursos.

Saindo da indústria, temos o protagonismo da economia circular em pequenas empresas, a Sebrae (2023) aponta que a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais é o terceiro pilar do modelo circular. A busca por uma economia mais verde retorna como um benefício tanto no crescimento quanto na receita das empresas, já que maximiza o uso dos recursos e gera negócios lucrativos com as práticas de reciclagem e/ou reuso.

Os principais objetivos da pesquisa consistem em estudar o perfil das empresas, sendo elas, uma indústria automobilística, uma indústria de tecnologia e um comércio. Analisando as práticas atuais em relação a economia circular e com o estudo de perfil, é possível identificar oportunidades de melhoria e propor novas ações de sustentabilidade, construindo uma proposta personalizada para cada organização.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

A sustentabilidade empresarial emerge como uma resposta estratégica às crescentes pressões ambientais, sociais e econômicas enfrentadas pelas empresas modernas. Os princípios de responsabilidade social corporativa (RSC) são a base desta abordagem que se expande para incorporar uma visão holística do impacto das operações empresariais. Elkington, John (1997) introduziu o conceito do Triple Bottom Line, que enfatiza as dimensões econômica, social e ambiental, desafiando as empresas a operarem de maneira que respeitem esses três aspectos.

Seguindo esta linha, Schaltegger, S.; Burritt, R. (2018) argumentam que as empresas podem alcançar uma vantagem competitiva sustentável ao integrar práticas sustentáveis que satisfazem não apenas os requisitos econômicos, mas também os critérios ambientais e sociais. Esta visão é complementada por Carroll, A. B. (1991), que discute a necessidade de as empresas progredirem além das responsabilidades econômicas e legais, abraçando obrigações éticas e filantrópicas.

Ademais, a importância da governança corporativa na sustentabilidade empresarial foi enfatizada por Friedman, A. L.; Miles, S. (2018), que observam que a transparência e a ética na condução dos negócios são cruciais para construir confiança e sustentar relacionamentos de longo prazo com stakeholders. Este aspecto é vital, pois a percepção de integridade e responsabilidade pode determinar o sucesso ou o fracasso na implementação de práticas sustentáveis.

2.2 Economia Circular

A economia circular representa uma evolução significativa em relação ao modelo econômico linear tradicional de "extrair, fabricar, consumir e descartar". Este novo modelo enfatiza a importância de manter os recursos em uso pelo maior tempo possível, extraindo o máximo de valor durante essa utilização e, posteriormente, recuperando e regenerando produtos e materiais no final de sua vida útil. Pearce, D. W.;

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Turner, R. K. (1990) foram pioneiros em explorar esses conceitos, enquanto MacArthur, Ellen (2010) tem sido fundamental para popularizar e aplicar esses princípios na prática empresarial contemporânea.

Mais recentemente, Geissdoerfer, M. et al. (2020) argumentam que a economia circular não se limita a reciclar materiais, mas envolve redesigning produtos para minimizar impactos ambientais e maximizar a reutilização. Da mesma forma, Blomsma, F.; Brennan, G. (2017) destacam a necessidade de reinventar as cadeias de suprimentos globais para facilitar fluxos mais circulares e sustentáveis de materiais e informações.

2.3 Cadeia de Valor Sustentável

O conceito de cadeia de valor sustentável integra considerações ambientais e sociais em todas as etapas das operações empresariais, desde o desenvolvimento de produtos até a entrega ao consumidor final. Porter, M. E.; Kramer, M. R. (2011) introduziram a ideia de Criação de Valor Compartilhado, sugerindo que as empresas podem gerar valor econômico de maneira que também produza valor para a sociedade ao abordar seus desafios. Este conceito é ampliado por Beske, P.; Seuring,

S. (2014), que descrevem como a integração da sustentabilidade na cadeia de valor pode melhorar a eficiência operacional e a imagem corporativa.

Recentemente, Bocken, N. M. P.; Geradts, T. H. J. (2019) propuseram uma metodologia para as empresas desenvolverem suas cadeias de valor de modo que maximizem o uso de recursos renováveis e minimizem impactos ambientais negativos. Eles enfatizam que a colaboração entre todos os stakeholders é crucial para alcançar esses objetivos, o que requer um compromisso contínuo com a inovação e melhoria.

3. METODOLOGIA

Pesquisa de natureza aplicada que busca explorar nos locais de estudo o uso de práticas sustentáveis como proposta a economia circular. A abordagem adotada foi a qualitativa que trabalha na compreensão do fenômeno que observa, utilizando como procedimentos a pesquisa bibliográfica na construção teórica do trabalho e a pesquisa de campo para realizar o levantamento de informações *in loco* para a interpretação e construção de propostas. Na pesquisa de campo foi realizado uma visita a cada organização (no total foram 3 empresas de tamanho e segmentos distintos) e aplicado um questionário dividido em duas seções, sendo a primeira sobre as informações da empresa e a segunda abordando as práticas sustentáveis.

Expandindo sobre o local de estudo, a primeira empresa está localizada no polo industrial de Manaus seguindo o segmento de eletroeletrônicos, em relação as empresas do PIM ela tem pouco tempo no território. A segunda empresa é um comércio de bairro localizado na zona norte da cidade, sendo identificado como microempresa por seu baixo porte. A terceira empresa também está localizada no polo industrial de Manaus seguindo o segmento de duas rodas, seu porte é grande e tem um grande espaço no mercado.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Por fim, a pesquisa segue a premissa de ser um catalisador no tema proposto. O formulário foi desenvolvido tendo como base a pesquisa, sendo ampliado para acolher empresas de serviço e não associadas ao distrito. As perguntas foram divididas em duas seções:

○ **Informações do convidado e sobre a empresa**

- Qual seu cargo atual na empresa?
- Possui especialização em alguma área de sustentabilidade, gestão ambiental, economia verde ou afins?
- Qual o setor de atividade principal da empresa?
- dique, aproximadamente, a quantidade de colaboradores que a empresa possui em Manaus.
- A empresa tem um Departamento, Setor, Seção dedicado para assuntos de sustentabilidade, gestão ambiental, de resíduos, de economia circular ou afins?
- Quantas pessoas trabalham nesse departamento específico da pergunta anterior?
- A gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro da empresa?

Nesta seção todas as perguntas foram de escolha única ou múltipla escolha, com exceção da primeira com resposta livre.

○ **Práticas Sustentáveis na Empresa**

- Há gestão de resíduos na empresa?
- Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa, então qual (is) resíduo(s) é (são) gerido(s) atualmente na empresa?
- Há uso de fontes renováveis de energia (Solar, Eólica, etc) na empresa?
- Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa. Quais energias renováveis são utilizadas?
- No processo produtivo há uso/reutilização de insumos em segunda mão (como por exemplo, de produtos reciclados, recuperados)?
- Se a resposta da pergunta anterior foi afirmativa. Quais insumos de segunda mão são utilizados?
- A empresa tem o intuito de aumentar o ciclo de vida útil do produto final através de atividades de reparo e manutenção?
- Quais ações são realizadas para que se tenha o aumento do ciclo da vida útil do produto?

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

- A empresa consegue diminuir os refugos no seu processo produtivo adotando práticas como automação, big data, sensoriamento remoto e afins?
- Além das práticas da pergunta anterior, quais outras práticas são adotadas para diminuição de refugos?
- A empresa tem interesse em investir em Pesquisa e Desenvolvimento na área de sustentabilidade?
- A empresa consegue recuperar/reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação?
- Em caso afirmativo na pergunta anterior, quais processos há recuperação/reciclagem de produtos, componentes e/ou recursos residuais?
- A recuperação/reciclagem de produtos, componentes e/ou recursos residuais geram novas oportunidades de negócios?
- A empresa consegue extrair produtos bioquímicos de resíduos orgânicos? Em caso de não existir uso de insumo orgânico na produção, por favor "pular" pergunta.
- Se sim, quais produtos bioquímicos são extraídos?
- A empresa virtualiza algum processo produtivo?
- Se sim, qual processo foi virtualizado?
- A empresa já realizou a substituição de processos/tecnologias tradicionais (aquelas que poluem o meio ambiente) por processos/tecnologias verdes?
- Em caso de afirmativo, quais processos/tecnologias verdes foram implementados?
- Qual a visão da empresa acerca da Economia Circular?
- A empresa possui alguma política de Economia Circular?
- Para a empresa quais são os principais entraves para realizar ações de sustentabilidade em Manaus?

Nesta segunda seção houve muitas perguntas com resposta livre, foi notado uma menor participação por falta de informação dos colaboradores, o que mostra a ausência de sinergia sobre o tema no interior das organizações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As etapas de aplicação de formulário e a coleta dos dados foram cansativas, por parcela das empresas que não cooperaram e agiram com lentidão no retorno do formulário. Outro ponto é que

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

perguntas estavam com respostas vazias, a primeira empresa alegou que algumas questões só podem ser respondidas pela matriz, localizada em Curitiba, por isso foi deixada em branco. Priorizando o tempo da pesquisa, a equipe prosseguiu com o cronograma, tratando os dados com as respostas obtidas. A seguir explora-se a análise das empresas com base as respostas obtidas:

4.1. Empresa de Eletroeletrônicos

A instituição está situada no Polo Industrial de Manaus (PIM) e é uma referência no segmento de segurança eletrônica em todo o país. Conforme a seção 1 do formulário, o funcionário do departamento ESG (*Environmental, Social and Governance*) afirmou possuir especialização em sustentabilidade empresarial, porém não revelou sua posição ocupacional. A empresa mantém uma equipe de mais de 1001 colaboradores na filial de Manaus e dispõe de um departamento específico para questões relacionadas à sustentabilidade, composto por menos de 10 colaboradores. Ademais, declarou que as práticas sustentáveis dentro da gestão ambiental é um fator estratégico para suas operações.

Através da análise da seção 2 do formulário, verificou-se que a empresa realiza a gestão de resíduos envolvendo papel, metal, plástico, madeira e matéria orgânica. Adicionalmente, efetua-se a reciclagem da borra de solda, e estão em andamento planos para a adoção de energia solar, em virtude da contínua expansão da empresa. A empresa tem como objetivo prolongar o ciclo de vida útil do produto final por meio de atividades de reparo e manutenção. A principal estratégia adotada é o gerenciamento de ativos, utilizando um sistema para monitorar o desempenho e a condição dos produtos ao longo do tempo. Isso facilita o agendamento de manutenções e reparos. São utilizadas peças de reposição de alta qualidade para assegurar a durabilidade dos reparos e a manutenção do desempenho do produto. Além disso, é realizada a coleta de feedback dos clientes internos sobre o desempenho dos produtos e eventuais problemas encontrados. Esse feedback é utilizado para orientar melhorias contínuas no processo de reparo e manutenção.

A empresa declara que a recuperação/reciclagem dos produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação (papel, metal, plástico, madeira e orgânico) geram novas oportunidades de negócios.

4.1.1. Visita *in loco*

A visita *in loco* foi realizada com o propósito de investigar o processo produtivo e identificar áreas de oportunidade para a implementação de práticas sustentáveis. O método utilizado envolveu a observação direta dos procedimentos de fabricação, a coleta de dados quantitativos e qualitativos e a realização de entrevistas com os responsáveis pelo processo produtivo.

Durante a visita, foram identificados diversos aspectos do processo produtivo, incluindo a utilização de matérias-primas, os métodos de produção, o consumo de energia e água, e a gestão de resíduos.

A administração de resíduos é uma atividade contínua durante as operações de produção, pois a maioria dos procedimentos envolve materiais que são acondicionados em caixas de papelão, incluindo embalagens plásticas e poliestireno expandido (isopor). Essa prática é delegada a uma empresa terceirizada, e a frequência da coleta varia de acordo com o processo em questão, ocorrendo a cada 40 minutos ou a cada hora. A Figura 1 ilustra o processo de segregação de papel e plástico em uma etapa produtiva que gera um alto volume desses resíduos.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição



Figura 1. Segregação de papel e plástico. Fonte: Autores, 2024.

Após a segregação dos resíduos nesses coletores, são levados para um container que posteriormente são levados para a reciclagem pela empresa responsável, como representam a Figura 2 e Figura 3.



Figura 2. Container de resíduos – Papelão. Fonte: Autores, 2024.



Figura 3. Container de resíduos – Plástico. Fonte: Autores, 2024.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Além da prática de coleta seletiva, ocorre a reciclagem da borra de solda. Este processo é realizado geralmente uma vez por mês, onde essa borra acumulada retorna ao fornecedor de solda, para que este recicle. O fornecedor dá ao cliente um determinado percentual do peso da borra recuperada em barras de solda. As etapas de reciclagem da borra de solda, são:

1 - Coleta da Borra da Máquina de Solda: A borra de solda é coletada dos processos de soldagem em que é gerada. Essa borra consiste em uma mistura de fluxo de solda usado e resíduos metálicos provenientes da soldagem.



Figura 4. Máquina de solda. Fonte: Autores, 2024.

2 - Separação e Filtragem: A borra de solda é submetida a um processo de separação e filtragem para remover impurezas, como restos de materiais não metálicos e partículas de sujeira.

3 - Recuperação de Metais: Após a separação, a borra de solda é tratada para recuperar os metais presentes nela, como estanho, chumbo, prata, cobre, entre outros. Isso pode ser feito através de métodos como fusão, lixiviação química ou eletrólise.

4 - Refino e Purificação: Os metais recuperados podem passar por processos adicionais de refino e purificação para remover impurezas e alcançar a qualidade desejada para reutilização em novas barras.

É importante ressaltar que o processo de reciclagem da borra de solda requer cuidados especiais devido à presença de materiais tóxicos, como o chumbo, que podem representar riscos à saúde e ao meio ambiente se não forem tratados adequadamente. Portanto, a reciclagem deve ser realizada por empresas especializadas e em conformidade com as regulamentações ambientais aplicáveis.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

4.1.2. Proposta de aplicações

A análise dos dados coletados evidenciou pontos críticos na gestão de resíduos das placas SMD consideradas rejeitadas, ou "scrap". De acordo com Santos (2020), um item pode ser designado como "scrap" quando não cumpre os critérios de qualidade previamente definidos, devido a danos em uma ou várias de suas características, resultando em uma perda de qualidade aceitável para uso.

Para este defeito específico, foi constatado que a empresa apenas faz a segregação desses itens e vende como sucata. Com base nessas observações, surge a proposta de reaproveitar os componentes presentes nas placas defeituosas de scrap. Considerando que os componentes SMD têm um custo significativamente elevado, muitas vezes não é economicamente viável descartar essas placas como sucata.

Assim, para esta aplicação, seria necessário um operador técnico para inspecionar esses defeitos e remover os componentes das placas, priorizando aqueles com custo mais elevado, como os chips, por exemplo. Para uma melhor compreensão deste processo, a Figura 5 ilustra o fluxo que deve ser seguido.

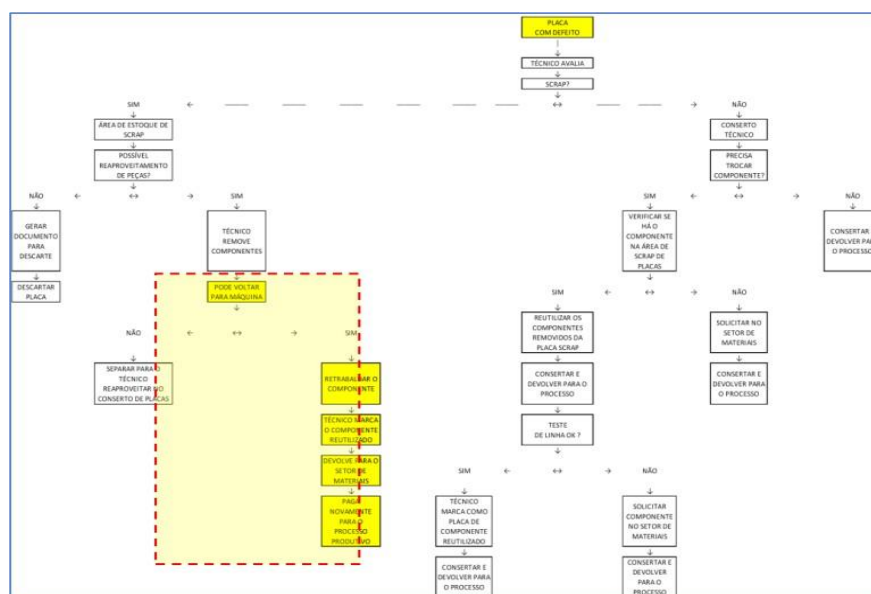


Figura 5. Fluxograma de reaproveitamento de material. Fonte: ROCHA LIMA DA SILVA, V.; LUIZ REIS, D (2023).

Essa proposta foi fundamentada em evidências científicas e visam não apenas reduzir o impacto ambiental da produção de eletroeletrônicos, mas também melhorar a eficiência operacional e a competitividade da empresa no mercado.

4.2. Empresa Varejista

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Resumo obtido com as respostas do formulário, iniciando pela seção 01, o colaborador declarou não possuir especialização em alguma área de sustentabilidade e não divulgou seu cargo. A empresa é familiar, cujo os cargos são majoritariamente concentrados nos familiares, vinculando o lado profissional com o pessoal.

A empresa está localizada no setor varejista, contendo menos de 10 colaboradores e foi criada na zona norte de Manaus há 5 anos. A empresa não tem um departamento dedicado para assuntos de sustentabilidade e afins, ainda estando na fase inicial do crescimento de uma empresa e o foco é a sobrevivência. Ainda declara que a gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro da empresa, mas não tem espaço para ser trabalhado no momento.

Com a seção 2 foi obtido que a empresa realiza gestão de resíduos como vidro, metal e papelão, mas não se tem um controle do material, tendo vezes que descartar por falta de espaço. Ainda foi obtido a venda a granel de ração, ato que contribui na diminuição de resíduos e consumo responsável.

A empresa tem interesse em investir em Pesquisa e Desenvolvimento na área de sustentabilidade e declara querer recuperar/reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação, como papel, metal, plástico, madeira e orgânico. Por fim, afirma que a esta atividade gera novas oportunidades de negócios.

4.2.1. Visita in loco

A equipe teve mais facilidade de estudar o local, vendo os pontos críticos e realizando o estudo de layout. A empresa é localizada na residência do dono, sendo da fachada até metade da casa reservado para a empresa e o restante para habitação. A seguir o *croqui* do local.

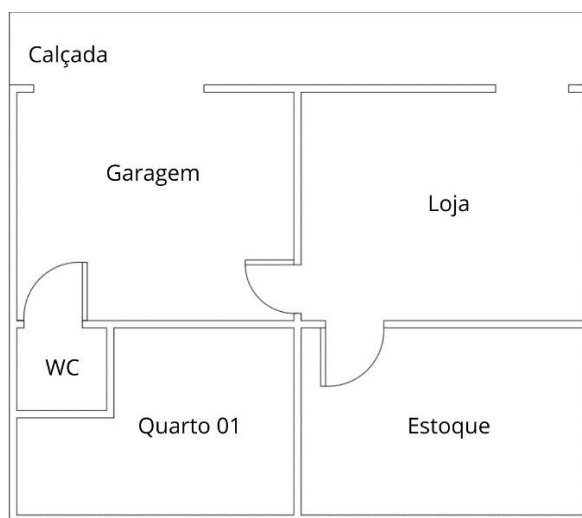


Figura 6. Croqui da empresa. Fonte: Autores, 2024.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

O *croqui* foi feito apenas na área empresarial, interrompendo a partir da área residencial. Durante a visita, foi enfatizado a dificuldade de realizar a separação dos materiais por não saber como descartar e que a venda do vidro, metal e do papelão era feito sem planejamento, geralmente quando o carro da sucata passava na rua, o que não tem previsão, ou quando o volume começa a incomodar e procuram um local perto para realizar a venda.

Por fim, alguns fornecedores de bebidas como cerveja, refrigerante e galões de água tem como método de venda o retorno dos recipientes, o reuso barateia a venda do conteúdo e é contabilizado como prática sustentável. Tendo essas informações, a equipe realizou três propostas, sendo duas de fácil implantação e a terceira que necessita de um investimento alto, porém com um bom retorno.

4.2.2. Primeira proposta (Reciclagem)

Primeiro foi proposto métodos para ter controle e planejamento da reciclagem de materiais como plástico, vidro, metal e papel. Foi feito um levantamento de contatos e locais que realizam a compra desses materiais e montado uma planilha.

Quadro 1 - Documento dos compradores

Nome	Contato	Localização	Compra os seguintes materiais	Preço	Medida de precificação	Entrega	Observação
Ex.: Sucataria	(92) xxxxx- xxxx	Rua, número, bairro, cep	Metal	5	KG	Presencial/ busca na residência	Busca local apenas em grande quantidade (30kg)

Fonte: Autores, 2024.

É de interessante também ter controle do material reservado, mas o consumo é imprevisível, tendo como fato que o material mais descartado é o metal (latinhas de cerveja e conserva). Assim, como medida mitigadora é proposto investir em lixeiras seletivas, tendo uma para descarte da clientela (pequenas, de 12L) localizado na entrada da loja e outra para reserva (média, de 24L) que ficaria na garagem.

Nas lixeiras de reserva é necessário realizar um pré-tratamento, tendo para garantir a seletiva correta como também para armazenar da melhor forma, esvaziando todo o conteúdo dos recipientes e

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

amassando as latinhas, na garagem já se tem uma máquina manual para realizar essa atividade.

A seguir o croqui representando a ideia.

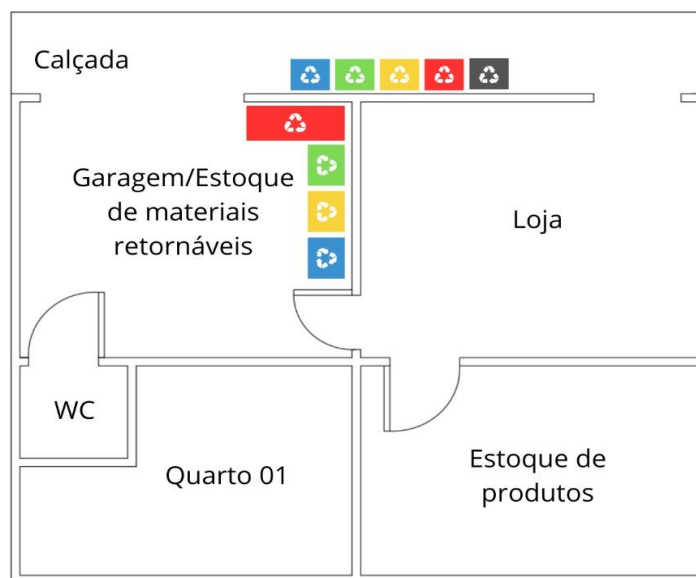


Figura 7. Croqui da empresa com as lixeiras seletivas. Fonte: Autores, 2024.

Como complemento, também foi entrado em acordo que para melhorar a movimentação, as grades de recipientes vazios para retorno (refrigerantes, sucos, cervejas e água) seriam alocadas para a garagem e a sala de estoque seria reservado apenas para as mercadorias, produtos prontos para consumo.

4.2.2.1.1. Investimento

Como dito anteriormente, as duas propostas iniciais são de fácil implementação, porém também necessita de um investimento: tempo, mão de obra e dinheiro.

A seguir, na Quadro 2, foi estabelecido o custo do projeto:

Quadro 2 – Custo do projeto

Atividade	Quem	Quando	Quanto
Levantamento dos compradores	Funcionário	15 horas (+/- 3 dias de serviço)	100
Compra das lixeiras	Funcionário	Imediato	830
Total			R\$ 930,00

Fonte: Autores, 2024.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Não é possível estipular a necessidade de vezes por mês para realizar a venda dos materiais, sem saber a demanda, então não é possível calcular o *payback*.

Porém, junto da implementação seria adotado um período teste para realizar novos reajustes. Esse período duraria o primeiro mês, iniciando a prática adotando o indicador de “armazenamento cheio” para realizar a venda ou o descarte do material.

Seria contabilizado a quantidade de tempo para fazer o pré-tratamento e a venda em si. Após isso seria apontado as melhorias necessária para otimizar a atividade ou para maximizar o retorno financeiro.

4.2.3. Segunda proposta (Reuso)

Um ponto não comentado anteriormente, mas que é tão preocupante quanto os outros pontos é a perda de produtos por vencimento da validade. Toda empresa que lida com alimentos e produtos com ciclo de vida curto sofre no combate dessas perdas. Alguns métodos para reduzir essa perda é o just in time, ter um estoque de segurança e realizar um estudo com a curva ABC para concentrar os esforços nos produtos de classe A.

Apesar disso, é complexo eliminar essa perda, principalmente em empresas jovens, a segunda proposta é implementar nas atividades da empresa a compostagem doméstica, ela ocupa pouco espaço e gera um novo produto: Adulbo natural rico em nutrientes minerais. O espaço ideal seria no quintal da residência, o investimento seria em torno do húmus de minhoca, o ingrediente base da compostagem, além de serra para ajudar a manter a temperatura ideal.

Com o despejo de lixo orgânico é realizado o ciclo de alimentação das minhocas e o desenvolvimento de húmus, tendo como produto final um adubo com grande fonte de nutrientes. Para colher basta deixar na luz do sol, as minhocas iram para o fundo da bacia e é recomendado retirar o composto no máximo quatro dedos antes da chegar ao fundo, esse restante servira de “cama” para as futuras compostagens. Essa prática pode gerar oportunidades financeiras com a renda do adubo ecológico, mas o seu principal benefício é a contribuição com o meio agrário, já que diminui a dependência de fertilizantes químicos e ajuda na recuperação da fertilidade do solo.

4.2.3.1.1. Terceira proposta (Repense)

Essa proposta é a mais radical por propor a implementação de um sistema fotovoltaico para utilizar a energia solar que é abundante na cidade de Manaus. Levantando os custos da empresa, a energia elétrica ocupa em média 10%, sendo que para obter essa média é necessário alguns sacrifícios, como não poder utilizar o ar condicionado durante o expediente da loja, e adicionar tempo limite em cada

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

eletrodoméstico. Assim, para seguir a proposta foi realizado cálculos e adotado equipamentos para a implementação.

4.2.3.1.2. Determinação da Demanda de Energia

Coordenadas da residência: Latitude: -2,9928055; Longitude: -59,9847233. Aplicando no site CRESESB – Centro de referência para as energias solar e eólica Sérgio Brito, é possível obter o cálculo da irradiação solar diária média mensal do ponto do território, a seguir os dados levantados:

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m².dia]																	
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta	
✓	Manaus	Manaus	AM	BRASIL	3,001° S	59,949° O		4,1	3,87	4,07	4,02	3,81	3,81	4,30	4,34	4,95	4,97	4,82	4,66	4,18	4,32	1,16

Figura 8. Tabela com os dados. Fonte: CRESESB, 2024.

Outro modo de visualizar os dados é através do gráfico exibido pelo site:

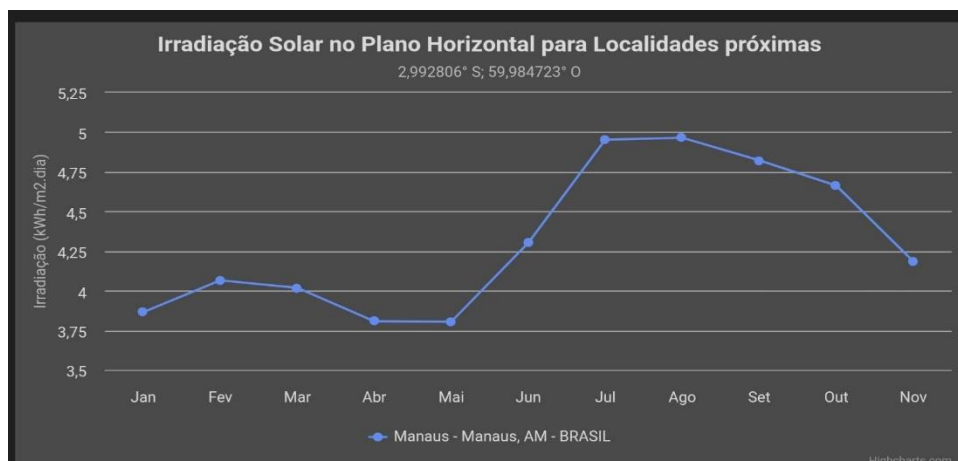


Figura 9. Tabela com os dados. Fonte: CRESESB, 2024.

A Irradiação solar diária média é de 4,32/m² por dia durante o ano (horas de sol pico). Assim, foi feito uma pesquisa do consumo de energia dos últimos 12 meses, a média de consumo mensal é de 385 kWh, antes de prosseguir é determinado a real demanda de energia:

- A média de consumo da residência é de 385 kWh;
- O sistema da residência é bifásico, com a taxa mínima da concessionária de 50 kWh;
- Assim o consumo mensal de energia: 335 kWh.

Consumo diário de energia: Convertendo o consumo mensal para diário, temos

$$\frac{335kWh}{30dias} = 11,17kwh/dia$$

$$\text{Potência máxima sob condições ideais de sol (kWp)} = \frac{11,17kwh/dia}{4,32} = 2,58kW \text{ pico}$$

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Considerando perdas no sistema de 25%, ajustamos a potência necessária para cima. Isso resulta em:

$$\frac{2,58kW}{0,75} = 3,44kWp$$

Cálculos da estrutura do sistema

4.2.3.1.3. Cálculo da quantidade de placas

O modelo escolhido tem as seguintes características:

- Modulo fotovoltaico com placa de 335 W da Znshine, com 144 células;
- Tipo de célula: Silício Policristalino;
- Dimensões (mm): 2000×992×30mm (C x L x A);
- Peso (kg): 25.5.

Se segue para descobrir a quantidade de energia produzida por painel:

Energia produzida por painel por dia = Potência do módulo
solar x período de Tempo de pico solar x

$$\text{Rendimento } 335 W \times 4,32 \text{ horas} \times (1 - 0,25) = 1,085wWh/dia$$

A quantidade total de energia que precisa ser gerada diariamente é de aproximadamente 3,44 kWp. Para descobrir o número de painéis necessários, dividimos essa potência pela potência de um painel:

$$\frac{3,44kWp^0}{335kWp} = 10,27 \text{ painéis}$$

Resultando na necessidade de 11 painéis, pelo arranjo físico, é melhor agregar mais 1 painel, sendo adotado no total 12 painéis.

4.2.3.1.4. Tomadas de decisões referente ao inversor

Potência dos painéis: $12 \times 335W = 4020$ ou $4,02 kW$

Dentro do sistema foi adotado o Inversor Off Grid Híbrido Epever UPower-Hi UP5000 ~80A MPPT - 48/220V. Considerando a potência dos painéis (4,02 kW), só é necessário 1 inversor, já que tem uma capacidade nominal de cerca de 5 kW.

Especificações Relevantes do Inversor:

- Máxima Potência de Painel Fotovoltaico: 4.000 W;
- Tensão Máxima de Painel em Circuito Aberto: 400 V;
- Faixa de Tensão do MPPT: 120/400 V;

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

- Máxima Corrente de Carga: 80 A.

O inversor vai gerenciar 12 painéis solares, assim, é preciso saber se a tensão do sistema é inferior ao do inversor para prosseguir. Tensão em Circuito Aberto dos Painéis (Voc): 46.60V

$$12 \times 46,6V = 559,2V$$

Tensão superior do inversor $400V < 559,2V$, como a tensão é superior, dividiremos a potência total dos painéis em 2 inversores. Cada inversor administraria cerca de 2,01 kW.

Para manter a tensão dentro deste limite: $\frac{400}{46,6} = 8 \text{ painéis}$

Corrente em Potência Máxima dos Painéis (Imp): 9,16 A. O inversor suporta uma corrente máxima de carga de 80A. Como premissa, escolhemos realizar a compra de 12 painéis para realizar par casado.

Replicando o esquema dos arranjos.

4.2.3.2. ARRANJO FÍSICO

O arranjo dos painéis seguirá por 2 esquemas idênticos, cada um composto por 6 painéis e estruturado por três grupos de dois painéis em série:

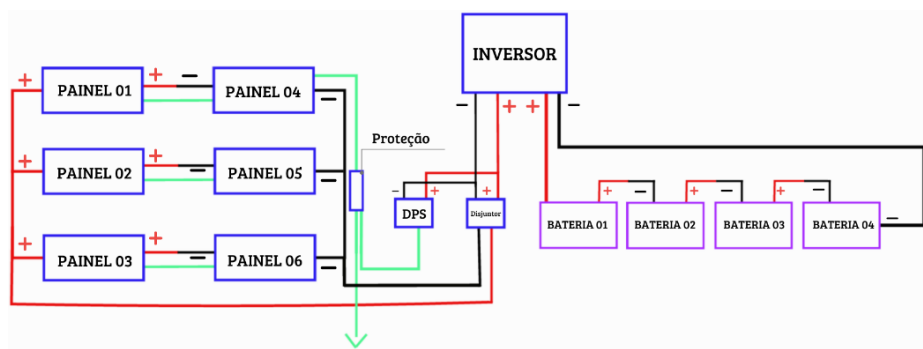


Figura 10. Arranjo físico. Fonte: Autores, 2024.

Tensão por Grupo: $2 \times 37V = 74V$. Potência por Grupo: $2 \times 335W = 670W$.

Esses grupos são depois conectados em paralelo para manter a tensão em 74V, mas somar a corrente e a potência.

Potência Total do Sistema: $3 \times 670 = 2010W$

Cálculo da área necessária para instalação: As dimensões de cada painel são 2000 mm x 992 mm. Convertendo para metros, temos 2,00 m x 0,992 m.

A área de um painel é $2,00 m \times 0,992 m = 1,984 m^2$

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Área total necessária $1,984 \text{ m}^2 \times 12 \text{ painéis} = 23,808 \text{ m}^2$

Portanto, para 12 painéis, a área total necessária seria de cerca de 23,808 metros quadrados. A área do telhado da residência é de 180 metros quadrados, não havendo empecilhos para o projeto.

4.2.3.3. Banco de baterias

Consumo diário: 11,17 kWh/dia. Considerando perdas no sistema de 25%, o consumo diário ajustado é:

$$\left(\frac{\frac{11,17 \text{ kWh}}{\text{dia}}}{0,75} \right) = 15,42 \text{ kWh/dia}$$

Para 2 dias de autonomia, a capacidade total necessária é: $15,42 \text{ kWh/dia} \times 2 \text{ dias} = 30,84 \text{ kWh}$.

Para um sistema de 48V: $\left(\frac{30,84 \text{ kWh} \times 1000}{48 \text{ V}} \right) = 642,5 \text{ Ah}$

Ajuste para Profundidade de Descarga de 30%: $\left(\frac{642,5 \text{ Ah}}{0,3} \right) = 2.141,67 \text{ Ah}$

Determinação do número de baterias:

- Capacidade da bateria 150 Ah, sendo 15 baterias de 150 Ah.

$$\left(\frac{2141,67}{150} \right) = 14,27$$

Capacidade da bateria 150 Ah, sendo 10 baterias de 220Ah.

$$\left(\frac{2141,67}{220} \right) = 9,73$$

A bateria adotada para compor o sistema foi a BATERIA ESTACIONÁRIA MOURA SOLAR 12MS162 (150AH) pelo custo-benefício.

Considerando o conjunto com 6 painéis e 1 inversor e baterias de 12v e 150Ah, se prossegue para o restante dos cálculos da bateria.

Configuração em Série-Paralelo:

- 1 grupo de 4 baterias conectadas em série para aumentar a tensão e acionar o inversor.

$$12 \text{ V} \times 4 = 48 \text{ V}$$

Banco de baterias de 48V com uma capacidade total de 150Ah. Potência Necessária para Carregar:

10% de 150Ah

$$15 \text{ Ah} \times 48 \text{ V} = 720 \text{ W}.$$

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Energia necessária com as perdas incluídas é:

$$720 \text{ Wh} \times 1,3 = 936 \text{ W}$$

Potência Disponível:

$$5.000\text{W} - 936\text{W} = 4.064 \text{ W}$$

4.2.3.4. Sistema C20 (Curva de descarga)

Capacidade Nominal: 150Ah a 48V.

$$\text{Descarga no Regime C20: } \left(\frac{150\text{Ah}}{20\text{h}} \right) = 7,5\text{A}$$

$$\text{Potência Total Disponível durante a Descarga: } 7,5\text{A} \times 48\text{V} = 360\text{W}$$

$$\text{Autonomia estimada em 6h: } 20 \times 0,3 = 6$$

4.2.3.5. Investimento

Foi feito o levantamento de equipamentos necessários:

Tabela 3 - Equipamentos

Item	Descrição
Painéis Solares	335W cada
Baterias	150Ah, 48V
Disjuntores	40A a 50A
Inversor	5K 48V
Fusíveis	10A a 15A
Lâmpadas LED	7W a 15W
Luminárias	Adequadas para lâmpadas LED
Interruptores	Compatíveis com a tensão do sistema
Tomadas	Compatíveis com a tensão do sistema
Cabos e Fiação	6mm ² a 16mm ²
Suportes para Painéis	Alumínio ou Aço Galvanizado

Fonte: Autores, 2024.

Tabela 4 - Valor do investimento

Item	Quantidade	Valor unitário	Valor
Placas	12	860,00	10.320,00
Inversor	2	5900,00	11.800,00
Baterias	8	1.599,00	12.792,00
Outros	1	3.487,00	3.487,00
Instalação (Mão de obra)	1	9.800,00	9.800,00
Total			48.199,00

Fonte: Autores, 2024.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

4.2.3.5.1. Payback

O valor da Tarifa kWh em Manaus é de R\$ 0,835;

Economia de 335 kWh por mês e economia de R\$ 279,72 por mês; Economia anual seria de R\$ 3.356,64 (R\$ 279,72 x 12 meses).

$$\left(\frac{\text{custo total do sistema}}{\text{CEconomia anual}} \right) = \text{payback (anos)} \rightarrow \left(\frac{48.199,00}{3.256,5} \right) = 14,8 \text{ anos}$$

4.3. Empresa automobilística

Resumo obtido com as respostas do formulário, iniciando pela seção 01, o colaborador declarou não possuir especialização em alguma área de sustentabilidade e não divulgou seu cargo.

A empresa é identificada como do setor de duas rodas, contendo acima de 1001 colaboradores na fábrica de Manaus. A empresa tem um departamento dedicado para assuntos de sustentabilidade e afins que conta com menos de 10 colaboradores. Ainda declara que a gestão ambiental é vista como um fator estratégico dentro da empresa.

Com a seção 2 foi obtido que a empresa realiza gestão de resíduos com papel, metal, plástico, madeira e orgânico. Além do uso de fontes renováveis de energia, alguns galpões possuem energia solar e no processo produtivo há uso/reutilização de insumos em segunda mão, foi informado que é reutilizado de caixas metálicas importadas da Indonésia e dos paletes para montar suporte para pré-montagem de subpeças.

A empresa tem o intuito de aumentar o ciclo de vida útil do produto final através de atividades de reparo e manutenção e as ações realizadas para esse propósito é composto pela elaboração de projetos, reuniões, documentos (CIP, LPR, LAIA, etc) e validações entrem os setores da empresa sempre em busca da inovação, utilizando o complice da empresa para gerir melhoria contínua na entrega do produto final.

A empresa tem interesse em investir em Pesquisa e Desenvolvimento na área de sustentabilidade e declara conseguir recuperar/reciclar produtos, componentes e/ou recursos residuais por meio de coleta e segregação, novamente citando papel, metal, plástico, madeira e orgânico. Por fim, afirma que a esta atividade gera novas oportunidades de negócios.

4.3.1. Visita *in loco*

Prosseguindo com as informações obtidas pelo formulário, foi realizada a visita na empresa com

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

o objetivo em busca de aumentar a familiaridade com o local, avaliar as práticas que são feitas nos dias de hoje e buscar possíveis pontos de melhoria e ideias de novas práticas sustentáveis.

Durante a visita, foi possível observar os processos de fabricação de solda, pintura, usinagem e as instalações de montagem, além do sistema de gestão ambiental já implementados. A empresa é muito aberta a novas sugestões de práticas sustentáveis que alinhem com a produção cada vez maior.

4.3.2. Primeira Proposta (Desenvolvimento de Tecnologias de Propulsão Alternativa)

Como primeira proposta, recomenda-se o desenvolvimento de tecnologias de propulsão alternativa. A indústria, como é multinacional, pode expandir a produção para não somente incluir motocicletas 100% elétricas, como também híbridas e que utilizem biocombustíveis.

Este avanço poderia diminuir significativamente a dependência de combustíveis fósseis e reduzir as emissões de gases.

4.3.2.1. Investimento

O investimento para o desenvolvimento de tecnologias de propulsão alternativa, como motocicletas híbridas e que utilizam biocombustíveis, é estimado entre R\$5 milhões e R\$20 milhões.

Esse valor cobrirá a pesquisa e o desenvolvimento de novos motores, a atualização das linhas de produção, e a formação de parcerias estratégicas para licenciamento e cooperação tecnológica.

Embora substancial, este investimento é crucial para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e alinhar a empresa com futuras regulamentações ambientais mais rigorosas.

4.3.3. Segunda Proposta (Pintura e Acabamento Ecológicos)

A segunda proposta, recomenda-se a adoção de tecnologias de pintura e acabamento sustentáveis.

Substituir solventes voláteis e produtos químicos nocivos por tintas à base de água e processos de revestimento em pó não só melhoraria a qualidade do ambiente de trabalho, eliminando toxinas prejudiciais, mas também diminuiria o impacto ambiental associado à liberação de compostos orgânicos voláteis (VOCs).

A implementação dessa mudança não apenas favorece o ambiente, mas também coloca a empresa à frente no mercado em termos de responsabilidade ecológica.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

4.3.3.1. Investimento

Para adotar tecnologias de pintura e acabamento mais ecológicas, como tintas à base de água e processos de revestimento em pó, o investimento necessário varia de R\$1 milhão a R\$5 milhões.

Isso incluirá a aquisição de novos equipamentos, treinamento para os funcionários nas novas tecnologias e a substituição de materiais mais nocivos por opções sustentáveis. Este investimento não só melhora a sustentabilidade ambiental da produção, mas também protege a saúde dos trabalhadores e reduz o risco de futuras sanções regulatórias.

4.3.4. Terceira Proposta (Parcerias com Universidades e Centros de Pesquisa)

Por fim, sugere-se o estabelecimento de parcerias com universidades e centros de pesquisa. Tais colaborações poderiam focar no desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis que poderiam ser aplicadas na indústria de duas rodas.

Essas parcerias permitiriam à empresa acessar pesquisas de ponta, talentos inovadores e subsídios para pesquisa e desenvolvimento, promovendo a inovação contínua e a competitividade no mercado. Além disso, essas relações acadêmicas podem ajudar a formar a próxima geração de engenheiros com uma forte consciência ambiental.

4.3.4.1. Investimento

Estabelecer parcerias com instituições acadêmicas para o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis requer um investimento de R\$500 mil a R\$3 milhões. Este financiamento apoiará projetos de pesquisa e desenvolvimento, colaborações com acadêmicos e a criação de infraestruturas conjuntas para pesquisa. Além dos benefícios imediatos de inovação, essas parcerias também ajudarão a formar a próxima geração de profissionais com uma forte consciência ambiental.

A implementação destas propostas não apenas reforçará a posição da indústria como uma das líderes em sustentabilidade no setor de duas rodas, mas também contribuirá para uma operação mais eficiente e adaptada as futuras regulamentações ambientais. Com essas mudanças, a empresa poderá demonstrar seu compromisso com um futuro mais verde, ganhando a confiança e a fidelidade dos consumidores, além de potencializar a sua imagem no mercado global como está nos seus valores como empresa.

5. CONCLUSÕES

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

A integração da sustentabilidade empresarial, economia circular e cadeias de valor sustentáveis são fundamentais para as empresas que buscam não apenas sucesso financeiro, mas também impacto positivo em um contexto global desafiador. Estes conceitos são cada vez mais relevantes em um mundo onde a eficiência, a inovação e a responsabilidade social e ambiental são essenciais para a sustentabilidade a longo prazo.

O desenvolvimento de tecnologias de propulsão alternativa, embora o mais custoso, promete o maior impacto em termos de redução da pegada de carbono e alinhamento com futuras regulamentações ambientais. A transição para métodos de pintura e acabamento mais ecológicos oferece benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a saúde dos trabalhadores, além de preparar a empresa para cumprir normas ambientais rigorosas. Por fim, as parcerias com instituições acadêmicas não apenas fomentam a inovação tecnológica, mas também cultivam uma nova geração de profissionais comprometidos com práticas sustentáveis.

Portanto, a adoção dessas práticas sustentáveis é fundamental não apenas para a preservação ambiental, mas também para a sustentabilidade econômica e competitiva da indústria de duas rodas no longo prazo. A implementação dessas mudanças requer investimentos significativos, mas os benefícios de tais investimentos ultrapassam os custos, conferindo à empresa vantagens competitivas duradouras e alinhamento com as expectativas crescentes de consumidores e reguladores quanto à responsabilidade ambiental.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é decorrente do projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) 001/2020, firmado entre a Samsung, Universidade Federal do Amazonas e FAEPI, que conta com financiamento da Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda, usando recursos da Lei Federal nº 8.387/1991, estando sua divulgação de acordo com o previsto no artigo 39.º do Decreto nº 10.521/2020..

REFERÊNCIAS

Carroll, A. B. The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders, 1991.

Elkington, J. Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business, 1997.

Ellen MacArthur. Towards the Circular Economy, 2010.

Friedman, A. L., & Miles, S. Stakeholders: Theory and Practice, 2018.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm, 2020.

Blomsma, F., & Brennan, G. The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. Journal of Industrial Ecology, 2017.

Beske, P., & Seuring, S. Putting sustainability into supply chain management, 2014.

Bocken, N. M. P., & Geradts, T. H. J. The front-end of eco-innovation for eco- innovative small and medium sized companies. Journal of Cleaner Production, 2019.

Linton, J. D., Klassen, R., Jayaraman, V. Sustainable supply chains: An introduction, 2007.

Pearce, D. W., & Turner, R. K. Economics of Natural Resources and the Environment, 1990.

Porter, M. E., & Kramer, M. R. Creating Shared Value. Harvard Business Review, 2011.

ROCHA LIMA DA SILVA, V.; LUIZ REIS, D. Aplicação do conceito de logística reversa no processo de scrap de componentes eletrônicos para redução de KPI em uma empresa de montagem de placa SMD do polo industrial de Manaus. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 11, n. 240, p. 22, 2023.

SANTOS, L. O. Aplicação do MASP na redução de índices de sucata numa linha de montagem de placas notebook – Empresa do Polo Industrial de Manaus. Dissertação (Mestrado), Universidade do Minho, 2020.

Schaltegger, S., & Burritt, R. Mapping the Journey towards Greening the Economy, 2018.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição