



ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01
de dezembro 2023

Perspectivas Adicionadas de ODSs e Economia Circular para o Processo de Desenvolvimento do Produto de um Piso de Polietileno Reciclado

Alice Santana Ribeiro
Bruna Cristina Gomes
Claudio Cicero da Silva
João Paulo Grigol Barizon
Luiz Rodrigo Bonette
Gestão da Produção Industrial – Fatec Sertãozinho

Resumo: A Gestão e Desenvolvimento de Produtos oferece a possibilidade de criar produtos. O objetivo deste estudo é propor o reuso de materiais secundários de descarte de polietileno para criar um piso de polietileno reciclado. A metodologia aplicada foi o Modelo de Referência de Negócio com o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), sequenciando suas fases, como o projeto informacional, conceitual e detalhado, preparação para a produção e lançamento do produto, visando a dar suporte ao mercado e à indústria com foco em gerenciar mudanças e melhorar o Processo de Gestão e Desenvolvimento de Produtos. Nesse caso, são aplicadas apenas as fases de projeto conceitual e detalhado no estudo. Conclui-se que o modelo de referência para o PDP para pisos de polietileno reciclado contribui para a prática local de produção ligada ao reuso de materiais de descarte na construção civil, com perspectivas relacionadas a alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à Economia Circular.

Palavras-chave: Produto, Desenvolvimento, Perspectivas Adicionadas.

Added Perspectives of SDGs and Circular Economy in the Product Development Process of Recycled Polyethylene Flooring

Abstract: Management and Product Development offers the possibility to create products. The aim of this study is to propose the reuse of secondary polyethylene waste materials to create recycled polyethylene flooring. The applied methodology was the Business Reference Model with the Product Development Process (PDP), sequencing its phases, such as informational, conceptual, detailed design, production preparation, and product launch, aiming to support the market and the industry with a focus on managing changes and improving the Management and Product Development process. In this case, only the conceptual and detailed design phases are applied in the study. It is concluded that the reference model for the PDP for recycled polyethylene flooring contributes to local production practice related to the reuse of construction waste materials, with prospects related to some Sustainable Development Goals (SDGs) and the Circular Economy.

Keywords: Product, Development, Added Perspectives.

1. Introdução

No cenário da construção civil, a implementação, em maior parte, de materiais plásticos na execução de coberturas, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, acessórios e esquadrias nos concede uma economia de 34,3% nos custos, sendo mais acessível às populações em áreas de vulnerabilidade socioeconômica. Na construção civil, tem-se a oportunidade de reaproveitamento desses materiais, com destaque para o PET, que vem sendo utilizado como insumo para tintas, revestimentos, pisos e tubulações, além da alta reciclabilidade do PVC, que é um dos materiais plásticos mais utilizados na construção civil. Por serem mais resistentes a intempéries quando comparados à maior parte dos materiais convencionais, concedendo maior duração à edificação e menor necessidade de manutenções e trocas, esses resíduos podem ser reaproveitados após o uso e retornar à cadeia de materiais plásticos para a construção civil (DUARTE, 2022).

O objetivo deste estudo é a criação de um piso desenvolvido com polietileno reciclável, que pode ser utilizado em construções de áreas externas, tais como: garagens, pátios e corredores, que têm como fundamento ser um projeto incremental ou derivado.

O método é a aplicação do Modelo de Referência de Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) de Rozenfeld *et al.* (2005). O método de Rozenfeld *et al.* (2005) descreve diversas fases para serem executadas. De uma forma macro, existem as seguintes fases clássicas de Baxter (2000), como a análise da viabilidade e a especificação do produto, o projeto e desenvolvimento de protótipos e ferramentais, os estudos de processo ligados à Engenharia de Produção, fabricação e vendas.

O produto é entendido como algo que pode ser oferecido a um mercado para satisfazer um desejo ou necessidade. Isso, também, implica diretamente na rentabilidade da empresa (KOTLER, 1998). Conforme salienta Sanches (2006), as estratégias de desenvolvimento de produto podem gerar o crescimento da companhia ou acabar com ela.

Justificam-se a importância e a relevância do trabalho para o PDP destinado para a construção civil dentro do contexto da Engenharia de Produção e Civil bem como a discussão a respeito da abordagem a ser adotada para o tratamento do planejamento e dos meios para desenvolver esse produto. Enfatizam-se neste artigo o estudo e a prática das atividades do PDP, buscando a compreensão e a difusão da cultura de desenvolvimento de um projeto sustentável.

Este artigo está dividido em cinco seções. A primeira seção, a Introdução descreve a proposta da pesquisa e a segunda seção expõe a argumentação por conceitos da Fundamentação Teórica. A terceira seção detalha o modelo de Rozenfeld *et al.* (2005). A quarta seção aponta os resultados da aplicação do modelo e a discussão sobre como a perspectiva dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e da Economia Circular pode contribuir para esse novo produto. Na seção cinco, conclui-se que a adição de novas perspectivas ao atual Modelo de Referência do PDP para o piso de polietileno reciclado contribui para o gerenciamento de mudanças com base nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a melhoria no processo de gerenciamento do produto por parte da Economia Circular.

2. Gestão e Desenvolvimento de Produtos, Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável e Economia Circular

Com o constante desenvolvimento dos países e suas superpopulações, gera-se muito consumo de matérias-primas, as quais são finitas. Como medida para proteger os oceanos e os ecossistemas, a fim de criar cidades sustentáveis e investir em infraestruturas, foram

criados os ODS, que compreendem 17 objetivos, os quais buscam, de alguma forma, um mundo mais pacífico, próspero e sustentável (UNICEF BRASIL, 2023).

As empresas, por vezes, desenvolvem produtos, que não cumprem as exigências do mercado. A experiência demonstra que o uso da segmentação técnica de mercado no início do PDP ajuda a compreender os requisitos básicos do mercado necessários para a construção de uma arquitetura modular de produto bem-sucedida (FUCHS; GUTMANN, 2022). Atualmente, o Gerenciamento do Ciclo de Vida (GCV) é um processo estratégico de gerenciamento de todos os dados do produto desde o projeto até seu descarte ou reciclagem. Os dados do GCV são a fonte principal para uma melhor tomada de decisões em diferentes estágios do ciclo de vida do produto. Setores industriais já implementam o GCV com a tecnologia digital de Blockchain com o objetivo de acompanhar, validar e superar os desafios e consequências do processo produtivo industrial entre os recursos e características comuns e distintos ao GCV (HAYAT; WINKLER, 2022).

Nota-se que a adoção de modelos de negócios circulares visa a evitar o “fim de vida” de produtos de modo a mantê-los no sistema econômico bem como dos componentes e materiais. Isso exige a adoção de práticas, as quais vão desde o design de produtos, que privilegiem elementos, como a redução, o reuso, o compartilhamento, a remanufatura e a reciclagem de produtos, componentes e materiais, até a pressão de consumidores por empresas, que adotem posturas coerentes com os princípios da economia circular (ALVES *et al.*, 2022).

3. Metodologia

Utilizou-se a metodologia de Rozenfeld *et al.* (2005), mesclando atividades para a construção adequada de um Modelo de Referência de PDP para Pisos de Polietileno Reciclado. Foram utilizadas apenas duas fases do PDP identificadas como críticas à gestão de produção: a fase do Projeto Informacional e a fase do Projeto Detalhado, identificando as tarefas necessárias, os recursos e a melhor forma de integrá-los.

Figura 1 – Modelo de Referência do Processo



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2005).

3. Resultados e Discussão

A) Resultados

4.1 Projeto Conceitual

Segundo Rozenfeld *et al.* (2005), o projeto conceitual trata-se da transformação de informações em soluções de produtos através da criação, busca, representação e seleção pela literatura, catálogos, bases de dados e *benchmarking*. A criação refere-se às propostas de solução baseadas nos requisitos, necessidades e especificações de projeto e produto. Já os meios de apresentação das soluções ocorreram por *sketches*, desenhos, modelos virtuais ou modelos físicos. A seleção comparou os requisitos, necessidades e especificações anteriormente citados, formados por quatro etapas, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Fases	Descrição
Clarificação	Identificaram-se as necessidades e suas exigências levantando duas ideias de projetos: Ideia 1: Piso desenvolvido à base de polietileno reciclado composto por única matéria-prima utilizada com adição de pigmento e agente compatibilizante durável, aplicado em áreas externas, com superfície antiderrapante ou lisa, cores e apenas um formato padrão. Ideia 2: Moldes personalizados conforme o cliente: cor, formato e dimensionamento.
Concepção	Concebeu-se um híbrido das ideias 1 e 2 anteriores pesquisadas pelos <i>links</i> no <i>Google</i> . Foram, aproximadamente, 50 <i>links</i> com quatro pesquisadores, a fim de saber se existia produto similar ao mercado brasileiro. Após isso, reuniram-se todas as informações com um <i>brainstorming</i> do projeto. O sistema de filtro dessa fase relacionou todas as tecnologias disponíveis a serem aplicadas ao contexto do projeto em duas planilhas com vantagens e desvantagens de cada uma das duas ideias anteriores.
Análise	Analisou-se, de forma crítica e comparativa, a ideia híbrida da segunda fase, levando-se em consideração fatores relativos à operacionalidade, funcionalidade, impacto ambiental, disponibilidade, custo, prazo, eficiência, espaço físico disponível e restrições de processo. Ainda não será descartada nenhuma proposição, apenas serão relacionadas e evidenciadas as vantagens e desvantagens de cada uma.
Validação	Validaram-se o conhecimento teórico e a análise das vantagens e desvantagens da ideia híbrida e filtraram-se os requisitos eficientes através de uma tabela sobre as soluções das desvantagens da ideia híbrida.

Fonte: elaborada pelos autores (2023)

4.2 Projeto Detalhado

4.2.1 Arquitetura do Projeto

As primeiras imagens dos protótipos do produto são pautadas nas reuniões de criação do produto, apresentando a estrutura dos materiais, os componentes e os subcomponentes para a elaboração da árvore do produto. Mediante as primeiras reuniões do grupo, foi discutida a criação do produto. Após disso, foi criado o Protótipo 1, sendo esse o primeiro produto. Já os Protótipos 2 e 3 são o resultado das melhorias discutidas em reuniões.

Figura 2 – Imagens do Protótipo 1



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Pela análise, foram obtidas as seguintes informações:

- Piso Preto com pontos brancos: medidas 37,50 cm de largura, 33,10 cm de comprimento e 1,00 cm de espessura.
- Esse piso tem lados específicos para aplicação. Sua base (lado liso) deve para ser fixada
- no solo enquanto a parte com relevos é colocada virada para cima, à amostra.
- O piso mostrou-se resistente ao toque e à temperatura ambiente. Foi observado que, na área onde serão expostos, os detalhes não saíram alinhados como deveria e, em outras partes, eles ficaram com amassados causados pela prensa.

Figura 3 – Imagens do Protótipo 2



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Pela análise, foram obtidas as seguintes informações:

- Piso Azul: medidas 9,50 cm de largura, 18,60 cm de comprimento e 2,50 cm de espessura.
- Piso Branco: medidas 9,30 cm de largura, 18,50 cm de comprimento e 2,90 cm de espessura.
- Ambos apresentaram ser resistentes ao toque e à temperatura ambiente. Foi observado que todas as superficiais para contato apresentavam desníveis e áreas com sulcos devido ao atrito com a prensa. Esse piso não tem um lado específico (lado para cima ou lado para baixo) para aplicação.

Figura 4 – Imagens do Protótipo 3



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

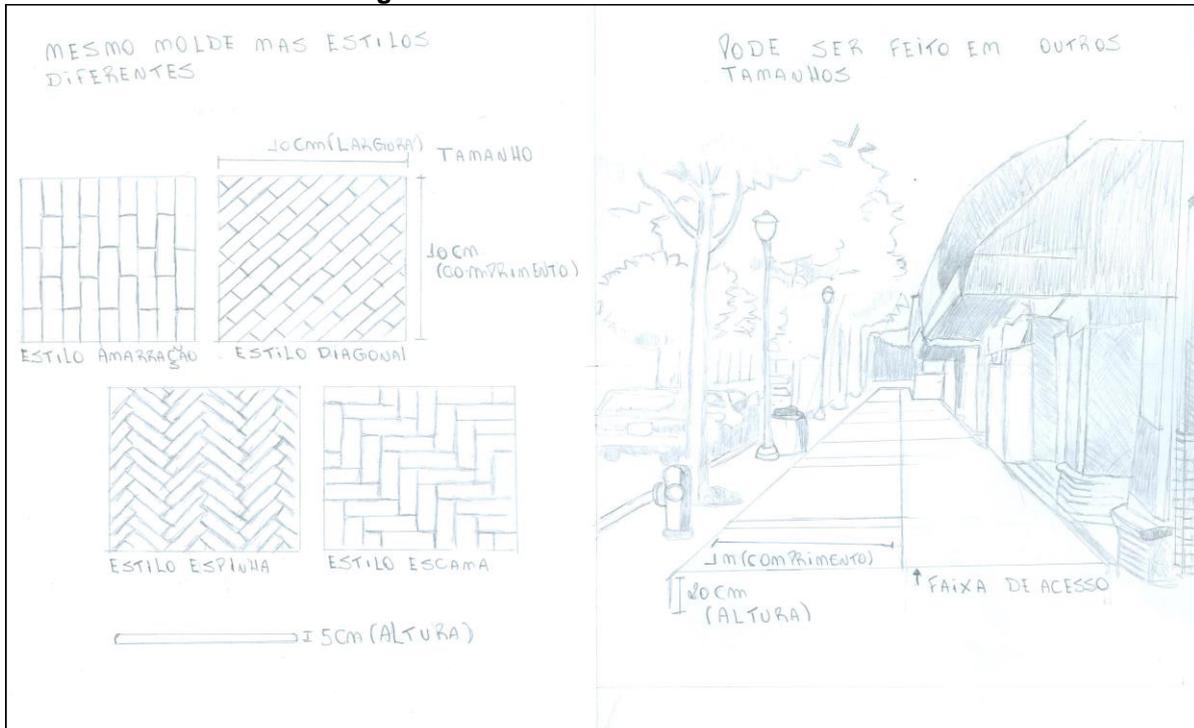
Pela de análise, foram obtidas as seguintes informações:

- Piso Verde: este piso, em específico, foi feito por uma impressora 3D. Seu tamanho foi reduzido devido às limitações de tamanho da impressora. Suas medidas são: 5,40 cm de largura (diferença de 58% em relação ao protótipo 2), 10,40 cm de comprimento (diferença de 56% em relação ao protótipo 2) e 1,30 cm de espessura (diferença de 44% em relação ao protótipo 2). Foi decidido manter o seu tapete, a fim de evitar danificar a peça.
- Apesar do tamanho, o piso mostrou ser resistente ao toque e à temperatura ambiente. Foi observado que todas as suas áreas eram planas e sem defeitos. É evidente sua cor característica, porém não se recomenda o seu uso interno devido à sua resistência. São necessários estudos sobre os filamentos de impressão 3D para criar maior resistência.

4.2.2 Princípios de Desenvolvimento de Protótipos

A Figura 5 do desenho técnico do produto (esboço) representa as proposições 1 (à esquerda) e 2 (ao lado direito), podendo ser montado em várias posições e tamanhos maiores.

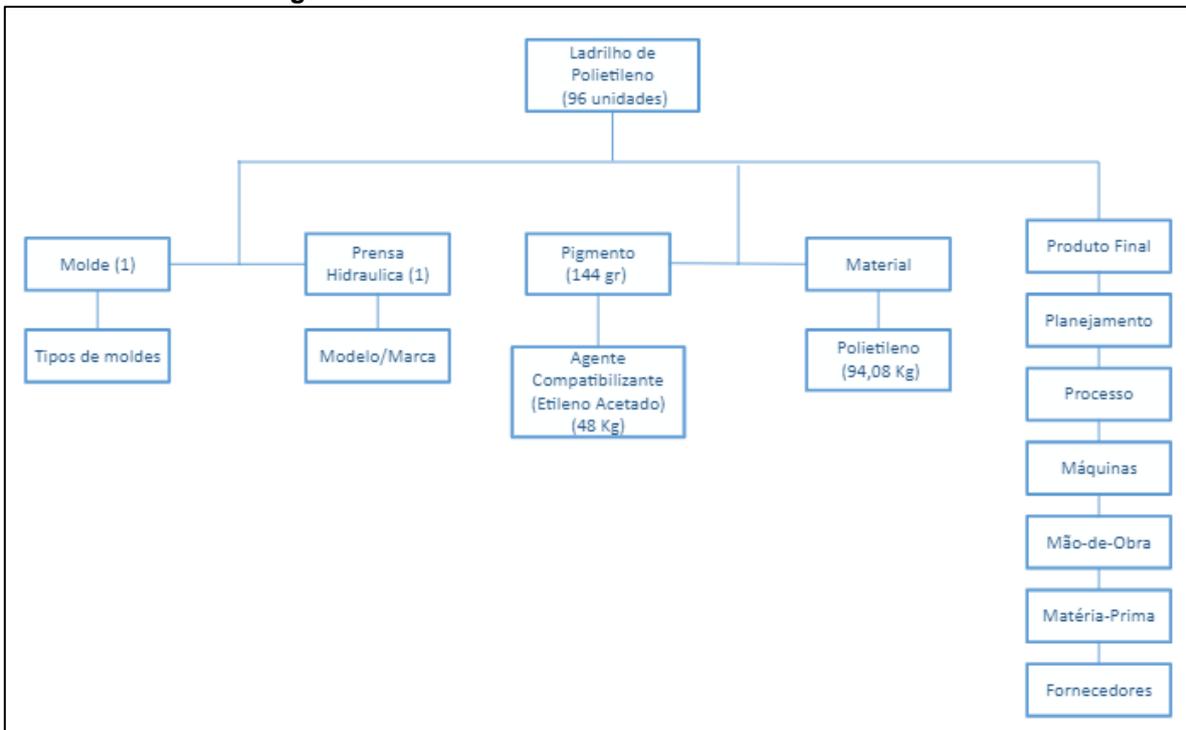
Figura 5 – Desenho Técnico – Folha A4



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

A Figura 6 representa a Árvore do Produto para o Ladrilho de Polietileno. Ela foi elaborada visando à quantidade de insumos necessários para se produzirem 96 unidades.

Figura 6 – Árvore do Produto Ladrilho de Polietileno



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Os Protótipos 1 e 2 apresentados foram feitos em uma máquina caseira de prensagem, montada a partir de várias outras peças. Isso explica as deformidades analisadas nos pisos por causa de uma máquina não padronizada ou calibrada corretamente.

Figura 7 – Máquina utilizada para produção dos pisos



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

4.2.3 Mapa de Processo

Para a fabricação desse produto, ele passará pelas seguintes etapas:

Tabela 2 – Atividades que formam o Mapa do Processo

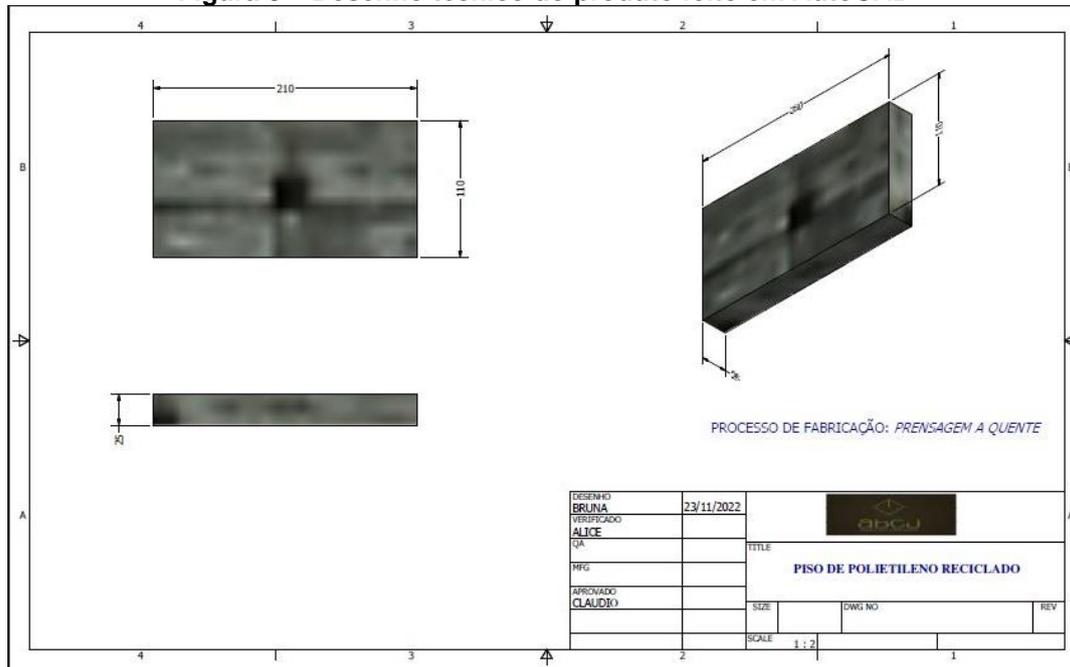
Atividades	Descrição
Separação	Separação pela esteira, analisando os diferentes tipos de plásticos com a identificação ou com o aspecto visual, separação manual de rótulos de diferentes materiais, tampas de garrafas e produtos compostos, embalagens metalizadas e grampos etc. A fonte do material separado é oriunda da coleta seletiva; portanto, é limpo.
Moagem	Depois de separados, os plásticos serão moídos e fragmentados em pequenas partes.
Lavagem	Após trituração, o plástico é lavado com água para a retirada dos contaminantes. A água de lavagem recebe um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente.
Aglutinação	Após a secagem, o material é compactado, reduzindo o volume, que é enviado à extrusora. O atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica. O aglutinador, também, é utilizado para incorporação de aditivos, como cargas, pigmentos e lubrificantes.
Extrusão	A extrusora funde e torna a massa plástica homogênea. Na saída da extrusora, encontra-se o cabeçote, do qual sai um “espaguete” contínuo, que é resfriado com água. Em seguida, o “espaguete” é picotado em um granulador e transformado em <i>pellets</i> (grãos plásticos).
Injetora	A matéria-prima amolecida pelo calor e sob pressão é injetada através de pequenos orifícios do molde do produto a ser fabricado pelo equipamento denominado injetora.
Moldagem ou Modelagem	Moldam-se peças compactas, permitindo formar a parte externa (visível) das peças. A contração de moldagem é volumétrica. Ou seja, é preciso aplicar um coeficiente de compensação para cada uma das dimensões do produto. O produto é resfriado o suficiente para manter as formas e medidas necessárias para se extrair o molde.
Prensa	Após o molde ser preenchido, é exercida uma pressão sobre o plástico, fazendo com que ele se comprima o máximo possível dentro do molde, deixando-o compactado. Tanto essa etapa quando a moldagem requer que o produto esteja em alta temperatura.
Área para resfriamento	Local designado para armazenar o produto temporariamente até que este esfrie totalmente.
Esteira transportadora	Tem o papel de transportar produtos, podendo ser automatizada ou não. Também, tem como funcionalidade reduzir o tempo, sendo empregada para alimentação de máquinas, retirada de objetos, interligação de setores e movimentação de peças.
Embalagem	Usada como proteção de produtos, tem a funcionalidade de impedir que algo externo entre em contato com o conteúdo ou que seu conteúdo não vaze para fora da embalagem, podendo ser usada para acomodar os produtos adequadamente e fornecer informações a respeito dos itens.
Armazenagem	Consiste em uma estrutura civil destinada à armazenagem. Esta construção pode ser feita em alvenaria (construção mais comum), metálica ou inflável.

Fonte: elaborada pelos autores (2023)

4.2.4 Desenho Técnico

Foram desenvolvidas duas simulações com o software *Mockup*: a primeira pelo *Autodesk Inventor – CAD 3D Inventor* versão 2017, conforme a Figura 8,

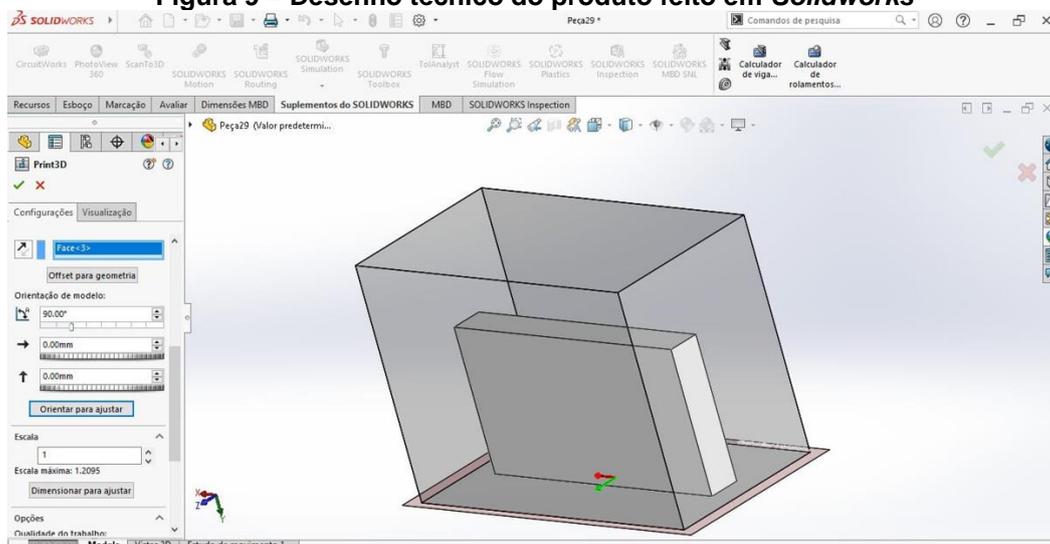
Figura 8 – Desenho técnico do produto feito em AutoCAD



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

e a segunda pelo *Solidworks* versão 2022, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Desenho técnico do produto feito em Solidworks



Fonte: elaborada pelos autores (2023)

Essas simulações geram economia de tempo e de recursos, apontando possíveis falhas entre o esboço do desenho técnico e a visualização em terceira dimensão.

4.2.5 Construção e Testes com Protótipos

Para a validação e liberação do produto para a venda, será realizada uma série de testes em uma amostragem de nove produtos por lote, correspondendo a 10% de cada lote:

- Definição de testes e análises para este produto: verificar se e o produto está emitindo odor. Cor característica. Peso.
- Análise Termogravimétrica (TGA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC).

- c) Análise usada para medir a massa de uma amostra enquanto a amostra é aquecida ou resfriada em uma atmosfera definida. Também, permite medir eventos térmicos, que não produzem alteração de massa. Infravermelho por transformada de *Fourier* (FTIR).
- d) É utilizado para caracterização e identificação de agrupamentos químicos de materiais orgânicos e inorgânicos e permite avaliar características, como: identificar materiais desconhecidos e contaminações, oxidação e degradação. Índice de fluidez (IF).
- e) Utilizado na indústria para caracterizar propriedades de fluxo dos polímeros. Análise Termomecânica (TMA).
- f) É usada para caracterizar a expansão linear de materiais e pontos de amolecimento, aplicando uma força constante enquanto altera a temperatura. Ensaios Mecânicos.
- g) São métodos utilizados para medir uma série de fatores com o objetivo de entender o comportamento do material com que se trabalha.

As análises serão realizadas conforme as solicitações de produção e em laboratórios com acreditação ISO 17025.

4.2.6 Testes e Análises de Falhas do Produto

A ferramenta da qualidade a ser utilizada nesta etapa será a de Folha de Verificação, tendo a finalidade de ser um registro de aprovação e recusa do produto, constando todos os testes e análises, que devem ser feitos, e os seus respectivos níveis de aceitação. Com os dez produtos sendo aprovados, conclui-se que o lote está aprovado e disponível para venda.

4.2.7 Especificações para Fabricação

Para conhecimento dos consumidores e revendedores, foi criada uma especificação técnica com informações básicas sobre o produto, processo, insumos, medidas e recomendações para armazenamento.

4.2.8 Método de Aplicação

O produto é resistente a chamas, porém não é muito resistente à abrasividade ao contato. Seguem algumas recomendações para a sua aplicação:

- Para aplicação em solo de concreto, é necessário ter uma nivelção adequada da área.
- Não é recomendada a aplicação diretamente em solo de terra ou grama.

B) Discussão

4.3 Sobre a Perspectiva dos Aspectos Sustentáveis

O produto está diretamente relacionado aos ODS: (6) Água Potável e Saneamento, (9) Indústria, Inovação e Infraestrutura, (12) Consumo e Produção Responsáveis, (13) Ação Contra a Mudança Global do Clima e (17) dentro do processo de criação e fabril.

Figura 10 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Unicef Brasil (2023)

O ladrilho de polietileno reciclado é feito à base de material reciclável, que é retirado do meio ambiente. Por isso, ele tem sua parcela de contribuição para o atendimento aos ODS.

4.4 Sobre a Perspectiva da Viabilidade Econômica

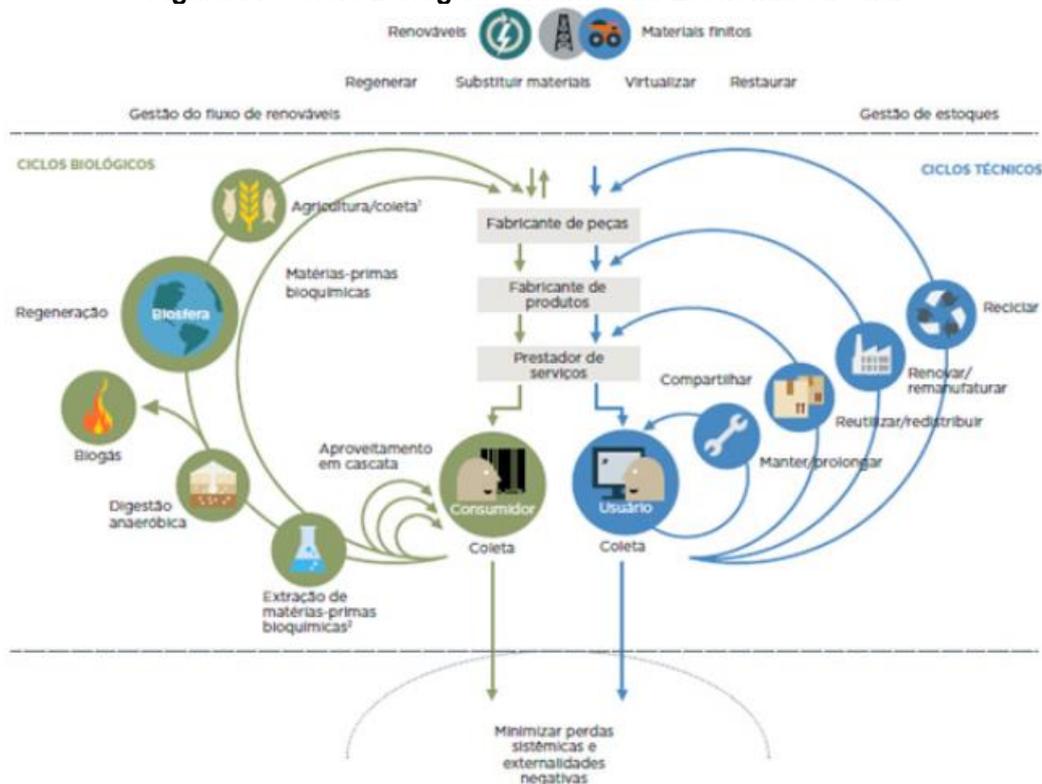
Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2023), a indústria da construção civil prevê crescimento de 2,5% em 2023. Dessa forma, o piso de polietileno reciclado torna-se viável aos mercados, que desejam inserir práticas sustentáveis, já que se trata de um produto destinado à construção civil, é uma matéria-prima de baixo custo e o processo de fabricação não requer muitas etapas, o que barateia o processo.

Os custos envolvidos são para a produção do piso (ladrilho) de polietileno reciclável e classificação se ele é viável financeiramente. A composição dos custos do piso destaca os seguintes elementos: a matéria-prima por peça do piso gira em torno de R\$5,45, o agente compatibilizante custa R\$0,45 e o pigmento R\$0,50; a média da energia elétrica é de R\$0,80; na operação do processo de cada peça, o custo é de R\$0,80; portanto, o custo total é de R\$8,00 e seu valor de venda é de R\$12,00, obtendo o lucro de R\$4,00. Tendo em vista os valores apresentados para a venda de um piso, a lucratividade será de 50%. Assim, a viabilidade financeira para a produção do piso e sua lucratividade devem variar entre 20% e 40%.

4.5 Sobre a Perspectiva de Economia Circular

O desenvolvimento econômico está, hoje, convergindo para o desenvolvimento sustentável, que busca contribuir para o fim da pobreza, a redução da poluição ambiental e a redução dos desperdícios no uso de recursos, objetivando construir uma visão sistêmica focada na integração equilibrada dos sistemas econômicos, sociais e ambientais, e dos aspectos institucionais relacionados com o conceito muito atual de “boa governança” (HAWKEN; LOVINS; LOVINS, 2000).

Figura 11 – Ciclo Biológico e Técnico da Economia Circular



Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2013)

A economia circular com foco na reciclagem mecânica busca promover a sustentabilidade e a redução do desperdício através da reciclagem e reutilização de materiais. Por meio de processos físicos, a reciclagem mecânica transforma resíduos em matérias-primas reutilizáveis, fechando o ciclo de vida dos produtos e reduzindo a extração de recursos naturais. Para implementar esse modelo, é necessário o design de produtos sustentáveis, sistemas eficientes de coleta seletiva, infraestrutura de reciclagem, parcerias estratégicas e políticas públicas, que incentivem a reciclagem.

A sustentabilidade está servindo como uma fonte estimulante de inovação e geração de ideias e receitas para as organizações e de resultados econômicos positivos na sua procura por soluções sustentáveis para um grande desafio, que enfrentam: a redução da procura por recursos naturais em num mercado dinâmico e global (NIDUMOLU; PRAHALAD, RANGASWAMI, 2009).

Sobre o aspecto do produto, a economia circular voltada para a reciclagem mecânica traz benefícios ambientais, econômicos e sociais, incluindo a redução de resíduos em aterros sanitários, menor dependência de recursos naturais, criação de empregos e estímulo à inovação tecnológica. A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos, que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras e embalagens não alimentícias entre outros. A matéria-prima utilizada para a produção do produto nada mais é do que o plástico retirado do meio ambiente. Dessa forma, a criação do piso de polietileno reciclado abarca esses conceitos expostos sobre a perspectiva de Economia Circular.

5. Conclusões

O objetivo deste estudo foi alcançado através da aplicação do Modelo de Referência do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) adaptado para o reuso de materiais secundários de descarte de polietileno na fabricação de pisos. A sequência de fases do projeto conceitual e detalhado mostrou que o modelo gera a visualização do processo de criação e fabril de forma racionalizada e sustentável aos recursos disponíveis para fatores de planejamento e controle. O gerenciamento de mudanças e a melhoria dos processos para a Gestão e Desenvolvimento do produto contribuíram para a prática local de produção associada às perspectivas de alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à Economia Circular. As perspectivas podem nortear essa indústria a operar na diminuição do desperdício dos recursos naturais.

Para contribuição futura, é orientado que o estudo evolua, agrupando outras fases do Modelo de Referência do PDP como: preparação para a produção, lançamento do produto e descontinuidade do produto com a simulação da tecnologia digital Blockchain.

Referências

ALVES, Adriano Teixeira *et al.* **Economia Circular**: Uma rota para a sustentabilidade. São Paulo: Almeida Brasil, 2022.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o *design* de novos produtos. São Paulo: E. Blücher, 2000.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). 2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/industria-da-construcao-preve-crescimento-de-25-em-2023/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

DUARTE, Felipe Martins. **O uso do plástico na construção civil residencial e seu impacto em obras**. Ilha Solteira: Repositório Institucional da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition**. 2013. Disponível em: www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an-accelerated-transition. Acesso em: 02 set. 2023.

FUCHS, Christoph; GUTMANN, Tobias. How technical market segmentation can help build products your customers really need. **IEEE Engineering Management Review**, v. 50, n. 1, p. 17-19, 2022.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory; LOVINS, L. Hunter. Capitalismo natural. **Revista Exame**, São Paulo, v. 31, 2000.

HAYAT, Mubashir; WINKLER, Herwig. Exploring the Basic Features and Challenges of Traditional Product Lifecycle Management Systems. *In: 2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*. IEEE, 2022. p. 762-766.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998.

NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. R. **Why sustainability is now the key driver of innovation**. Harvard Business Review, ed. 87, vol. 9, p. 25-34, 2009.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2005.

SANCHES, Carlos Eduardo da Silva. **Apostila de gestão do processo de desenvolvimento de produtos**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2006.

UNICEF BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso 03 set. 2022.