

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE FRANCA
“Dr. THOMAZ NOVELINO”**

TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

**HEITOR XAVIER SILVA
MISAEEL ERNANI DA SILVA**

PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL

**FRANCA/SP
MAIO/2026**

HEITOR XAVIER SILVA
MISAEEL ERNANI DA SILVA

PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL

Relatório de Projeto apresentado à Faculdade de Tecnologia de Franca - “Dr. Thomaz Novelino”, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão da Produção Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Liene Cunha Viana Bittar.

FRANCA/SP

2026

RESUMO

O aumento expressivo de acidentes com escorpiões em centros urbanos, agravado pela urbanização desordenada, representa um desafio crítico para a saúde pública contemporânea, exigindo soluções preventivas acessíveis. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protetor de ralo sustentável, projetado para impedir a entrada de animais sinantrópicos nos ambientes domésticos e reter resíduos sólidos. A metodologia baseou-se em pesquisa bibliográfica e na aplicação do modelo de desenvolvimento de produto de Rozenfeld et al. (2006), estruturado nas macrofases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Os resultados comprovam a viabilidade técnica e industrial do dispositivo via injeção plástica pneumática, utilizando polipropileno reciclado. Tal abordagem dispensa aditivos químicos, reduz custos e promove a economia circular ao transformar resíduos em itens funcionais. Conclui-se que o protetor atende aos requisitos de sustentabilidade, baixo custo e eficácia protetiva. O projeto demonstra que a integração entre gestão da produção e responsabilidade socioambiental gera inovações práticas para a segurança residencial. Assim, o produto final apresenta-se como uma ferramenta estratégica tanto para uso doméstico quanto para a implementação de políticas públicas de prevenção.

Palavras-chave: Escorpiões - Prevenção de Acidentes - Protetor de Ralo – Sustentabilidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	05
2 PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL.....	06
2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	07
2.2 O QUE É SUSTENTABILIDADE.....	09
2.2.1 Importância Da Sustentabilidade Na Atualidade.....	11
2.3 PRODUÇÃO ARTESANAL DE PROTETOR DE RALO COM GARRAFA PET	12
2.4 POR QUE É UM PRODUTO SUSTENTÁVEL	14
3 DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL.....	16
3.1 O QUE É E COMO SE FAZ O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE UM PRODUTO.....	16
3.2 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.....	17
3.2.1 Modelo de desenvolvimento de produto utilizado para o protetor de ralo sustentável.....	19
3.2.1.2 Desenvolvimento industrial.	21
CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O aumento de mortes relacionadas a picadas de animais sinantrópicos em ambientes domésticos e comerciais tem gerado preocupações crescentes com a saúde pública. Entre esses animais, destacam-se os escorpiões (entre outros animais sinantrópicos), que encontram nos sistemas de esgoto e ralos de residências, uma rota de acesso fácil para as casas e outros ambientes urbanos.

A ocorrência desses animais nesses locais representa um risco significativo, especialmente em regiões onde sua presença tem se intensificado. Deve-se considerar também que o aumento da população nas cidades e as mudanças climáticas criam um ambiente favorável para a proliferação dos escorpiões e outras pragas.

Nesse contexto, torna-se fundamental desenvolver soluções simples, acessíveis e eficazes que possam prevenir a entrada de insetos nos ambientes.

O presente projeto teve como objetivo desenvolver um protetor de ralo sustentável contra insetos, que unisse praticidade, baixo custo e sustentabilidade, oferecendo segurança por meio de práticas de prevenção ambientalmente responsáveis.

A metodologia se compõe de pesquisa bibliográfica, desenvolvimento de protótipo, seleção de materiais e teste de avaliação.

O capítulo 2 apresenta breve revisão de literatura acerca dos temas envolvidos sustentabilidade e apresenta o protótipo do produto (artesanal). O Capítulo 3 propõe uma estratégia de escalonamento industrial baseada no modelo de Rozenfeld et al. (2006), utilizando polipropileno reciclado e processos de injeção plástica; por fim, as considerações finais sintetizam os resultados e o impacto social da solução proposta.

2 PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL

O presente capítulo tem como objetivo, inicialmente, desenvolver uma revisão da literatura acerca de temas fundamentais que embasam este trabalho, articulando conceitos relacionados à problemática dos acidentes com escorpiões, às soluções existentes no mercado e aos princípios da sustentabilidade. A partir de uma abordagem teórica, busca-se compreender o contexto em que se insere a proposta de desenvolvimento de um produto sustentável voltado à prevenção de riscos à saúde pública, especialmente no ambiente urbano.

Inicialmente, discute-se a descrição do problema, evidenciando o aumento significativo de ocorrências envolvendo escorpiões no Brasil, com destaque para a espécie *Tityus serrulatus*, amplamente associada a acidentes de maior gravidade. A literatura aponta que o crescimento desordenado das cidades e as transformações socioambientais têm favorecido a proliferação de espécies sinantrópicas, que se adaptam ao ambiente urbano e passam a conviver de forma próxima aos seres humanos. Nesse cenário, os acidentes com escorpiões configuram-se como uma preocupação relevante para a saúde pública, uma vez que apresentam números crescentes e, em alguns casos, desfechos fatais¹.

O capítulo também contempla uma análise das soluções existentes no mercado, destacando dispositivos mecânicos e o uso de insumos químicos no controle de pragas. Embora tais soluções apresentem eficácia, ressalta-se a importância do uso responsável de tecnologias, sobretudo no que diz respeito aos impactos ambientais e à saúde humana, reforçando a necessidade de alternativas mais sustentáveis.

Dessa forma, introduz-se a discussão sobre sustentabilidade, compreendida tanto como um processo inerente aos sistemas naturais quanto como uma responsabilidade ativa da ação humana. A partir dessa perspectiva,

¹ O Ministério da Saúde mantém uma página com informações sobre esse tipo de acidentes: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/animais-peconhentos/acidentes-por-escorpioes>. De acordo com o portal de notícias G1 (Reis, 2025, *online*), antes de terminar o ano de 2025 “o Brasil já registrou mais de **173 mil acidentes** com este animal e o **total de mortes já passa de 200**. Em 2024, apesar de uma maior quantidade de casos (201 mil), houve menos óbitos (126) - a taxa de letalidade aumentou de 0,06 para 0,12 do ano passado para cá”.

são apresentados conceitos que relacionam o equilíbrio ambiental à adoção de práticas conscientes e ao desenvolvimento de soluções que minimizem impactos negativos ao meio ambiente.

Em sequência, apresenta-se importância da sustentabilidade na atualidade, considerando o contexto de consumo acelerado, aumento da geração de resíduos e esgotamento de recursos naturais. Nesse cenário, destaca-se a ecoeficiência como estratégia capaz de conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

Assim, a revisão da literatura fundamenta a proposta de criação de um protetor de ralo sustentável, evidenciando sua relevância como solução acessível, funcional e alinhada aos princípios do desenvolvimento de produtos sustentáveis.

O protótipo construído é um produto artesanal, de custo, uma vez que utiliza material reciclável, frequentemente descartado incorretamente.

2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A literatura mostra as formas de manejo e controle ambiental para prevenção das ocorrências com escorpiões no país e o aumento de incidente ocorrido pelo *Tityus serrulatus*, o escorpião amarelo, espécie mais comum e que causa maior quantidade de acidentes.

Sá (2023) descreve aspectos sobre a suspensão dos procedimentos de controle de pragas e taxas de eventos relacionados a escorpiões no município de Paulínia/SP, de 2017 a 2021.

Segundo Falcão e Dias (2025, p.1469)

A urbanização acelerada e desordenada, acompanhada de profundas transformações socioambientais, tem favorecido a presença e a proliferação de diversos organismos no meio urbano. Muitas dessas espécies, adaptadas ao ambiente construído, passam a conviver de forma próxima aos seres humanos, explorando recursos como abrigo, alimento e água. Esses animais, denominados sinantrópicos, incluem roedores, baratas, pombos, escorpiões, mosquitos e outras espécies que, embora distintas entre si, compartilham a capacidade de ocupar nichos urbanos e estabelecer relações complexas com a população humana.

O crescimento das cidades tem favorecido grandes transformações socioambientais, com a proliferação de diversas espécies que vêm se adaptando ao ambiente urbano. A ausência de infraestrutura é um dos pontos

determinantes para a proliferação de escorpiões no meio urbano, zona que concentra mais de 66% dos acidentes (Pinelli, 2026, *online*).

Os chamados “animais sinantrópicos” conseguem conviver com outras espécies de ocupação urbana.

De acordo com Santos (2024, p.217),

Acidentes com a classe de aracnídeos também geram preocupação para a saúde pública, destacando-se o gênero *Tityus*, sobretudo o escorpião amarelo, que é responsável por cerca de 150 mil casos registrados somente no ano de 2020. Os acidentes acometidos pelo gênero *Tityus*, por várias vezes são fatais, posto que segundo o Ministério da Saúde, de 2020 a 2022, houve um aumento de 76% em números de óbitos por escorpionismo, se tornando o acidente mais comum em relação aos animais peçonhentos.

Segundo o Instituto Butantan, o Brasil registrou 225.695 casos de picadas por escorpiões em 2025. E de acordo com os dados do Painel Epidemiológico do Ministério da Saúde (Pinelli, 2026, *online*),

o aracnídeo foi responsável por mais de 65% dos acidentes com animais peçonhentos (serpentes, aranhas, lagartas, escorpiões e abelhas) registrados no período. Embora a maioria das ocorrências sejam leves (89%), as crianças são a população mais vulnerável: dos 265 óbitos registrados em decorrência do envenenamento – o dobro do ano anterior –, mais de 20% envolveram menores de 10 anos.

Esse crescimento das mortes por picadas de escorpião gera preocupação para o sistema de saúde pública, que precisa se preparar para atendimento adequado a fim de reduzir o número de mortes, além de promover a informação sobre prevenção e socorro para a população.

Entre as medidas de prevenção, os órgãos de saúde citam a necessidade de instalação de equipamentos de proteção de ralos domésticos, uma vez que “o aracnídeo costuma ser encontrado em redes de águas pluviais e esgotos, ambientes propícios à multiplicação de baratas – seu principal alimento” (Pinelli, 2026, *online*). Há a possibilidade de aplicação de venenos nesses locais, mas essas substâncias geralmente são tóxicas, especialmente para crianças e animais, além da necessidade de reaplicação periódica.

Atualmente no mercado há diferentes modelos e adaptadores com funções anti-inseto e retorno fabricados com materiais inox, alumínio, pvc e

silicones, com modelos de vedação mecânica ou automática que impedem o retorno de insetos e gases.

De acordo com Brites (2022, p.5),

Os insumos seriam qualificados no uso de inseticidas piretróides micro encapsulados à base de deltametrina²⁷ ou lambdacialotrina²⁸ com alto efeito residual, com indicação para controle de baratas e escorpiões e registro no MS. O uso de aditivos adjuvantes, formulados a partir de glicerina e propilenoglicol, para preparação de caldas praguicidas, são especialmente indicados para tratamentos espaciais (termo nebulização e UBV), proporcionando estabilidade na aplicação e maximizando eficácia no tratamento.

Assim, existem produtos químicos laborais, armadilhas e tratamentos domésticos para combater os acidentes com escorpiões. Entretanto, embora tais tecnologias representem avanços no sentido da eficiência, o uso de inseticidas ainda demanda cautela, uma vez que envolve riscos potenciais à saúde humana e aos ecossistemas. Assim, a sustentabilidade nesse contexto está associada ao uso responsável, regulamentado e tecnicamente orientado desses insumos, priorizando sempre estratégias integradas de controle, que combinem métodos químicos com alternativas menos agressivas ao meio ambiente.

Assim, a partir desse problema, buscou-se encontrar um produto que pudesse ser colocado nos ralos, impedindo que esses animais entrassem nas casas, que tivesse baixo custo de produção e que respeitasse regras de sustentabilidade.

2.2 O QUE É SUSTENTABILIDADE

Boff (2017, p.31), ao discorrer sobre o conceito de sustentabilidade, afirma que:

‘sustentabilidade’ é, em termos ecológicos, tudo o que a Terra faz para que um ecossistema não decaia e se arruíne. Esta diligência implica que a Terra e os biomas tenham condições não apenas para conservar-se assim como são, mas também que possam prosperar, fortalecer-se e coevoluir.

Ou seja, a ideia de sustentabilidade desloca o conceito do campo exclusivamente humano para o funcionamento intrínseco da natureza. Em termos ecológicos, sustentabilidade não é apenas uma meta social ou econômica, mas um

processo contínuo, dinâmico e autorregulado que caracteriza os próprios sistemas naturais.

O autor (2017, p.32) também ressalta que:

O sentido ativo enfatiza a ação feita de fora para conservar, manter, proteger, nutrir, alimentar, fazer prosperar, subsistir, viver. No dialeto ecológico isto significa: sustentabilidade representa os procedimentos que tomamos para permitir que a Terra e seus biomas se mantenham vivos, protegidos, alimentados de nutrientes a ponto de estarem sempre bem conservados e à altura dos riscos que possam advir. Assim, por exemplo, criar expedientes de sustentabilidade como plantar árvores na encosta da montanha, que servem de escora contra a erosão e os deslizamentos.

Assim, pode-se observar que há também uma compreensão ativa a respeito de sustentabilidade cujo foco recai sobre a ação humana deliberada.

O sentido “ativo” implica responsabilidade. Se a natureza possui mecanismos de autorregulação, a intervenção humana desmedida pode fragilizá-los. Assim, torna-se necessário criar procedimentos externos que reforcem a capacidade de resistência dos biomas. Isso significa planejar, restaurar, compensar e prevenir danos. Sustentabilidade, então, é ação orientada pelo conhecimento ecológico.

Sustentabilidade, nesse sentido, deixa de ser apenas uma qualidade intrínseca dos sistemas naturais e passa a ser também um compromisso ético e prático: agir conscientemente para conservar, proteger, nutrir e fortalecer as condições que tornam a vida possível.

O princípio da sustentabilidade surge no contexto da globalização e refere-se à capacidade do sistema ambiental de manter seu equilíbrio ao longo do tempo, considerando a relação entre o ser humano e a natureza (Roos; Becker, 2012).

Nesse cenário, a sustentabilidade ambiental pode ser entendida como a capacidade dos sistemas naturais de manterem seu equilíbrio e funcionamento ao longo do tempo. Para que isso ocorra, é essencial que as atividades humanas respeitem os limites da natureza, utilizando os recursos de forma consciente e responsável. Assim, a relação entre ser humano e meio ambiente passa a ser vista como uma relação de interdependência, em que as ações humanas influenciam diretamente a qualidade e a continuidade dos ecossistemas.

2.2.1 Importância Da Sustentabilidade Na Atualidade

Lessa e colaboradores (2022, p.23), ao discorrerem a respeito da importância da sustentabilidade na atualidade, afirmam que:

O ser humano sempre foi passível de ambição. Todavia, com o avanço tecnológico, o desejo do consumo excessivo disparou e com ele o aumento da produção e do descarte. O mundo globalizado vive do consumismo e da troca acelerada dos seus bens que, em pouco tempo, tornam-se “velhos”.

Nesse contexto, apresenta-se a ideia de obsolescência, seja ela programada, percebida ou tecnológica. Produtos tornam-se “velhos” não necessariamente por deixarem de funcionar, mas por perderem valor simbólico diante de novidades.

Os autores (Lessa *et al.*, 2022, p.30) também afirmam que:

O meio ambiente tem fundamental importância para manutenção da capacidade produtiva em longo prazo. A cultura imediatista do ser humano não permite que se perceba como se torna extremamente importante a proteção ambiental hoje, para que no futuro possa se manter a sustentabilidade da própria humanidade.

Portanto, o resultado é um ciclo acelerado de produção e descarte. Para sustentar o consumo crescente, intensifica-se a extração de recursos naturais, o uso de energia e a geração de resíduos. Esse modelo impacta diretamente os ecossistemas, contribui para a poluição, o esgotamento de matérias-primas e o agravamento das mudanças climáticas. Além disso, cria desigualdades: enquanto parte do mundo consome em excesso, outra parcela ainda carece do básico.

Dessa forma, segundo os autores,

É neste contexto que surge a ecoeficiência como importante ferramenta destaca-se o programa de coleta seletiva de lixo trazendo solução para o tratamento dos resíduos, com sua reutilização quando possível. O objetivo é evitar a exploração desnecessária de recursos não renováveis utilizando-se do processo de reciclagem o que pode, ainda, trazer muitos benefícios econômicos (Lessa *et al.*, 2022, p.30).

Portanto, no cenário de consumismo acelerado, aumento da produção e crescimento do descarte de resíduos, surge a “ecoeficiência” como resposta estratégica. O conceito une dois elementos fundamentais: eficiência econômica e responsabilidade ecológica. Trata-se de produzir mais valor utilizando menos recursos naturais e gerando menor impacto ambiental. Em vez de opor desenvolvimento e preservação, a ecoeficiência busca integrá-los.

Mais do que uma ação ambiental, a coleta seletiva representa uma mudança de lógica produtiva. Ao reinserir materiais no ciclo econômico por meio da reciclagem, evita-se a exploração desnecessária de recursos não renováveis, como minérios e petróleo. Por exemplo, reciclar alumínio consome significativamente menos energia do que produzi-lo a partir da bauxita. Isso demonstra como a ecoeficiência promove simultaneamente economia de recursos naturais e redução de custos industriais.

Portanto, a ecoeficiência não é apenas uma técnica de gestão ambiental, mas uma nova racionalidade produtiva. Ao incentivar a coleta seletiva e a reciclagem, promove-se a conservação de recursos naturais, a redução de impactos ambientais e a geração de benefícios econômicos. Trata-se de uma estratégia que demonstra ser possível alinhar crescimento econômico e responsabilidade ecológica, desde que haja planejamento, participação social e compromisso coletivo.

Diante desse cenário, torna-se fundamental pensar em soluções que aliem sustentabilidade, prevenção de riscos e reaproveitamento de materiais.

A reutilização de materiais recicláveis constitui uma das principais práticas associadas a essa abordagem, pois permite reduzir o volume de resíduos descartados e prolongar o ciclo de vida dos materiais.

Assim, propõe-se a produção de um protetor de ralo a partir de cortes realizados em uma garrafa pet.

2.3 PRODUÇÃO ARTESANAL DE PROTETOR DE RALO COM GARRAFA PET

A garrafa de Polietileno Tereftalato (PET), por exemplo, é um dos materiais plásticos mais consumidos e descartados no cotidiano brasileiro. Descartada inadequadamente, polui o solo, rios e oceanos. No entanto, quando reutilizada de forma criativa e funcional, pode ser transformada em diferentes

objetos úteis, contribuindo para a redução do lixo e para a promoção de práticas sustentáveis.

Nesse contexto, desenvolveu-se um protetor de ralo feito a partir de cortes simples realizados em uma garrafa PET (figura 1).

Figura 1: Protetor de ralo sustentável



Fonte: Os autores (2025)

Esse dispositivo simples pode ser instalado nos ralos domésticos (figura 2) com o objetivo de impedir a entrada de escorpiões e outros pequenos animais provenientes das redes de esgoto ou drenagem. Ao mesmo tempo, contribui para reter resíduos sólidos que poderiam ser descartados indevidamente nos ralos, evitando entupimentos e auxilia na manutenção do sistema de escoamento de água.

Figura 2: Protetor de ralo sustentável aplicado a um ralo doméstico



Fonte: Os autores (2025)

Trata-se de barreira mecânica, que impede que os animais subam pelas paredes do ralo, sem utilizar veneno nem materiais novos.

2.4 POR QUE É UM PRODUTO SUSTENTÁVEL

Segundo Jabbour *et al.* (2007) “O desenvolvimento de produtos sustentáveis pode ser definido como a prática em que questões ambientais são integradas no processo de desenvolvimento de produto”.

Ou seja, quando a sustentabilidade é integrada ao desenvolvimento, as empresas assumem responsabilidade não só pelo desempenho técnico e comercial, mas também pelos efeitos ambientais. O produto passa a ser visto como parte de um ecossistema maior, com impactos que ultrapassam o momento da compra.

“O DPS é marcado pela projeção e produção de produtos não agressivos ao meio ambiente, que sejam eficientes no consumo de energia e de recursos

naturais e que possam ser reciclados, reutilizados ou armazenados de forma segura” Jabbour *et al.* (2007. *apud* Donaire, 1999).

O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (DPS) envolve a criação de produtos que não sejam agressivos ao meio ambiente, que utilizem energia e recursos naturais de forma eficiente e que possam ser reciclados, reutilizados ou descartados com segurança. Esses princípios se relacionam diretamente com o desenvolvimento de um protetor de ralo sustentável feito de garrafa PET, especialmente quando esse produto tem como finalidade impedir a entrada de escorpiões no ambiente doméstico.

Ao reutilizar garrafas PET, o protetor de ralo aproveita um material amplamente disponível e frequentemente descartado de forma inadequada, transformando-o em um item funcional de proteção residencial. Em vez de demandar a produção de novos materiais, o uso da PET prolonga o ciclo de vida do plástico, reduz a poluição e diminui a necessidade de extração de recursos naturais aspectos que refletem a eficiência no uso de materiais proposta por Donaire. Como sua fabricação depende apenas de cortes e adaptações simples, o processo também apresenta baixo consumo energético, reforçando o alinhamento com o DPS.

Além disso, o protetor de ralo produzido com PET se enquadra na lógica da reutilização consciente. Ao ser transformado em um dispositivo de bloqueio físico contra escorpiões, o material ganha nova função e valor, configurando-se como uma solução de reciclagem. E caso o produto precise ser descartado futuramente, o PET mantém sua reciclabilidade, garantindo que seu destino final possa ocorrer de forma ambientalmente segura.

Assim, o desenvolvimento desse protetor de ralo sustentável exemplifica a integração dos princípios do DPS: redução de impactos ambientais, eficiência no aproveitamento de recursos, reutilização responsável e funcionalidade alinhada ao bem-estar da população. Trata-se de uma solução simples, acessível e ambientalmente correta, capaz de transformar um resíduo em um dispositivo útil para a proteção do lar.

Apesar de cumprir sua função social, como produto artesanal e acessível a qualquer cidadão, surgiu a necessidade de verificação da possibilidade de produção industrial do equipamento, preservando-se suas características de sustentabilidade e baixo custo,

3 DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO PROTETOR DE RALO SUSTENTÁVEL

Este capítulo busca propor soluções para a industrialização do produto anteriormente apresentado.

O processo de produção compreende o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na transformação de insumos (matérias-primas, energia, trabalho, equipamentos) em produtos acabados ou serviços e pode ser classificado de acordo com o volume e a variedade dos produtos fabricados (Segundo Slack *et al.*, 2018).

O processo de produção deve ser pensado de forma integrada com o desenvolvimento de produtos (DP), garantindo-se sua eficiência, assim como a integridade dos trabalhadores e dos consumidores.

3.1 O QUE É E COMO SE FAZ O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE UM PRODUTO

Cunha *et al* (2013) caracterizam o desenvolvimento de produto como um conjunto de ações necessárias para evolução de uma ideia num produto ou serviço ideal para ser colocado no mercado dos consumidores.

Ou seja, discutir essa definição implica reconhecer que o desenvolvimento de produto não se resume apenas à criação de algo novo, mas envolve compreender profundamente o contexto no qual esse produto será inserido. Isso inclui analisar necessidades dos consumidores, avaliar tendências de mercado, considerar restrições técnicas e econômicas, além de planejar estratégias de lançamento e posicionamento.

Os autores consideram que:

Os materiais e as metodologias usadas para a obtenção de um modelo físico podem ser bastante distintos e normalmente estes dois itens estão intimamente ligados, já que o material é de facto o factor decisivo para a implementação de uma ou outra metodologia. A escolha dos materiais e das metodologias para a obtenção do modelo pode por sua vez ser bastante complexa e normalmente está condicionada ao tipo

de produto que o cliente quer realizar e aos processos auxiliares que ele quer desenvolver sobre o modelo (Cunha *et al*, 2013, p.8).

Ao afirmar que materiais e metodologias são elementos intimamente ligados, os autores evidenciam que a decisão sobre como fabricar um protótipo não é meramente operacional, mas envolve critérios relacionados ao tipo de produto desejado, às funções que ele deverá desempenhar e às expectativas do cliente. O material escolhido influencia diretamente as possibilidades de fabricação, a durabilidade do modelo, seu custo, sua precisão e até mesmo os testes que poderão ser aplicados posteriormente. Por isso, o material é considerado o fator decisivo que condiciona a adoção de uma ou outra metodologia de construção do modelo.

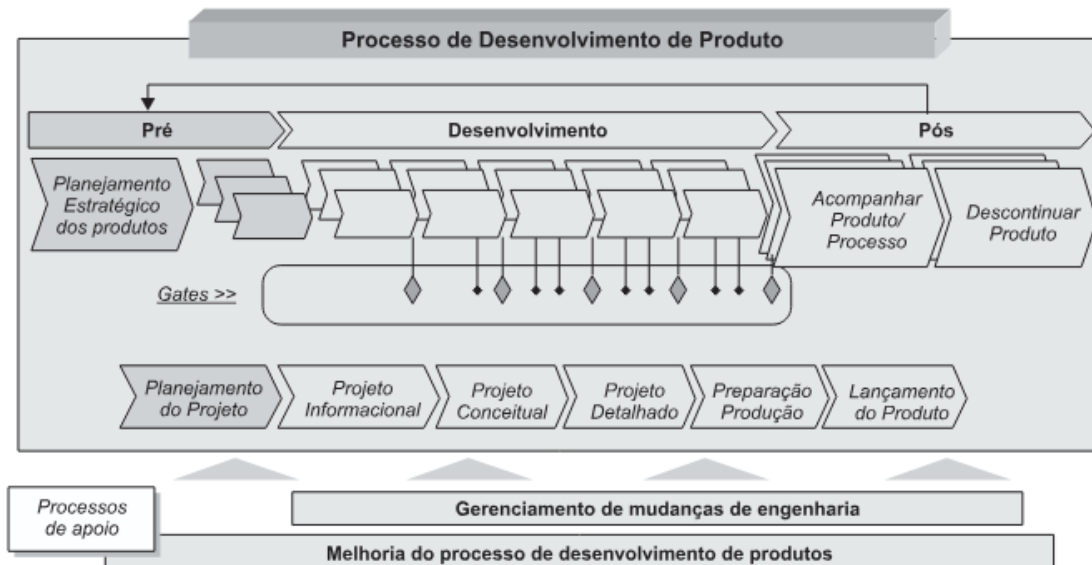
3.2 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Diversos autores procuram representar a realidade do processo de desenvolvimento de produtos por meio de modelos de referência. Esses modelos contribuem para a construção de uma compreensão unificada do PDP, descrevendo suas etapas e funcionando como guia para que empresas e profissionais conduzam o desenvolvimento de produtos de acordo com um padrão definido. Tais modelos podem ser elaborados com foco em um tipo específico de organização, em determinado segmento industrial ou ainda em um arranjo produtivo local (Salgado *et al.*, 2010).

Ao representar a realidade do PDP, os modelos de referência oferecem uma visão estruturada e organizada das etapas envolvidas, permitindo que empresas e profissionais compreendam o fluxo ideal de atividades, desde a concepção da ideia até o lançamento do produto no mercado. Essa padronização é especialmente relevante porque o desenvolvimento de produto envolve áreas como marketing, engenharia, design, finanças e produção, que precisam atuar de forma integrada. Sem um modelo que estabeleça diretrizes claras, o risco de falhas, retrabalho e desperdícios de recursos torna-se maior.

Rozenfeld *et al* (2006, p.44) apresentam um modelo de desenvolvimento de produto contendo macrofases, divididas em fases e atividades:

Figura 3: Modelo de desenvolvimento de produto



Fonte: Rozenfeld et al. (2006)

O modelo representa uma visão estruturada do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), organizado em três macrofases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

No pré-desenvolvimento, a empresa realiza o planejamento estratégico de produtos, definindo oportunidades, tecnologias e o portfólio que orientará os projetos.

A macrofase de desenvolvimento reúne as etapas centrais do projeto: planejamento, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento. Essas fases são interligadas e avaliadas periodicamente por pontos de decisão que verificam a viabilidade e autorizam ou não o prosseguimento do projeto.

O pós-desenvolvimento inclui o acompanhamento do produto e do processo, bem como a descontinuação, encerrando de forma planejada seu ciclo de vida.

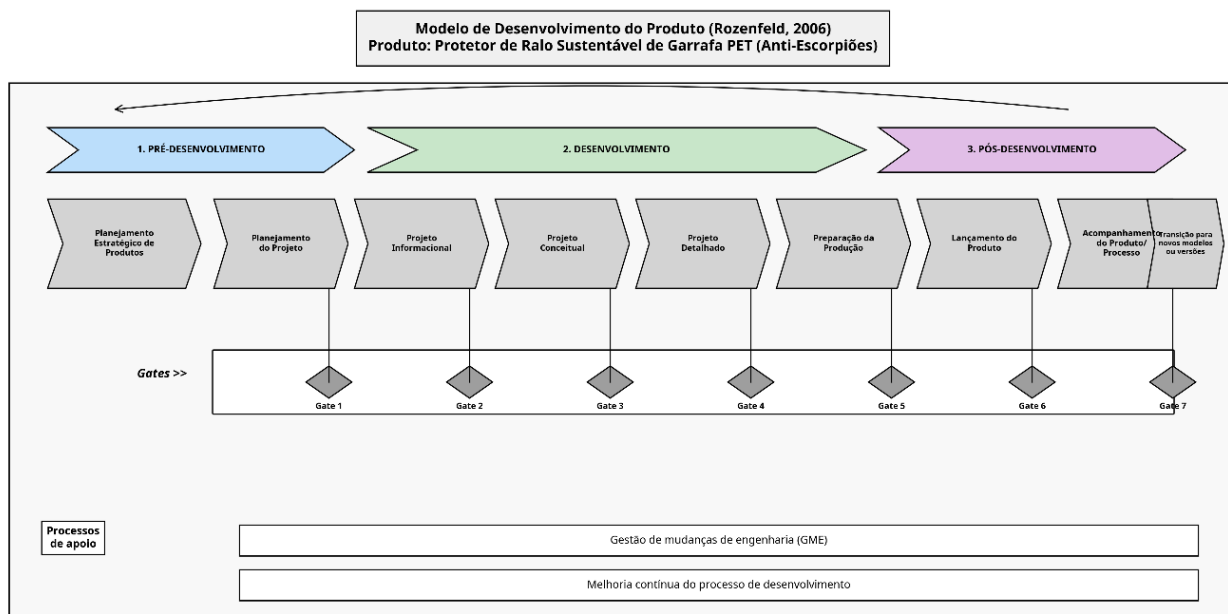
A figura ainda destaca dois processos de apoio: o gerenciamento de mudanças de engenharia, que controla alterações técnicas, e a melhoria contínua do PDP, que aperfeiçoa o processo como um todo.

Em síntese, o modelo mostra que o desenvolvimento de produtos é um processo integrado, contínuo e orientado à estratégia organizacional.

3.2.1 Modelo de desenvolvimento utilizado para o protetor de ralo sustentável

Para a elaboração de um modelo de desenvolvimento de produto, foi utilizado como base o modelo proposto por Rozenfeld *et al* (2006).

Figura 4: Modelo de desenvolvimento do Ralo Sustentável:



Fonte: Os autores (2026)

O modelo de desenvolvimento de produto apresentado no diagrama baseia-se na proposta de Rozenfeld *et al.* (2006) e organiza o processo de criação do protetor de ralo sustentável de garrafa PET em etapas sequenciais que asseguram controle, qualidade e evolução do projeto. Esse produto, voltado à prevenção da entrada de escorpiões por ralos domésticos, demanda um processo rigoroso para garantir eficácia, segurança e sustentabilidade, fatores que justificam a adoção desse modelo estruturado.

O processo inicia-se na macrofase de pré-desenvolvimento, na qual são realizadas análises estratégicas e definições iniciais que orientam todo o projeto. O primeiro passo consiste no planejamento estratégico de produtos, responsável pela identificação da oportunidade de mercado, motivada pela necessidade de reduzir acidentes com escorpiões utilizando uma solução sustentável e economicamente acessível.

Em seguida, o planejamento do projeto estabelece o escopo, os objetivos, os recursos, a equipe e o cronograma, avaliando a viabilidade técnica e organizacional. Cada uma dessas etapas é submetida a *gates*, que funcionam como pontos de decisão nos quais se verifica se o projeto pode prosseguir.

A macrofase de desenvolvimento compreende o núcleo do processo e envolve desde a definição das especificações até a preparação do produto para o mercado.

Inicialmente, o projeto informacional reúne e analisa requisitos de usuários, requisitos técnicos e elementos funcionais necessários para o desempenho adequado do protetor de ralo, como sua capacidade de impedir a passagem de escorpiões e sua facilidade de instalação.

Uma vez definidas essas necessidades, o projeto conceitual dedica-se a explorar alternativas de solução e selecionar o conceito mais promissor, levando em conta critérios de desempenho, custo, sustentabilidade e viabilidade produtiva.

O conceito escolhido, após passar por novo *gate*, é então detalhado tecnicamente no projeto detalhado, no qual são definidos materiais, dimensões, desenhos técnicos e protótipos. Nessa etapa, realizam-se testes funcionais e de durabilidade, fundamentais para assegurar que o produto atenda aos requisitos estabelecidos.

Concluída essa fase e aprovado o protótipo no *gate* correspondente, inicia-se a preparação da produção, que envolve a estruturação dos processos produtivos, a definição dos métodos de fabricação e o treinamento necessário, culminando na produção piloto. Após a avaliação da viabilidade industrial, procede-se ao lançamento do produto, etapa em que o protetor de ralo é efetivamente introduzido no mercado.

Posteriormente, a macrofase de pós-desenvolvimento trata do acompanhamento contínuo do produto e do processo produtivo. Nessa etapa, são monitoradas a aceitação do público, a ocorrência de falhas, as necessidades de melhoria e possíveis revisões no design ou na fabricação.

O acompanhamento permite identificar aprimoramentos viáveis, seja na performance do protetor ou na racionalização da produção, podendo inclusive conduzir à criação de novas versões ou modelos mais avançados.

Durante todo o processo, contam-se ainda com os processos de apoio, essenciais para manter o controle e a qualidade do desenvolvimento.

A gestão de mudanças de engenharia assegura que eventuais alterações sejam registradas e analisadas quanto ao impacto técnico e econômico, enquanto a melhoria contínua busca aperfeiçoar métodos, reduzir custos e aumentar a eficiência, promovendo maior sustentabilidade e desempenho.

Assim, o modelo de Rozenfeld aplicado ao desenvolvimento do protetor de ralo sustentável demonstra a importância de conduzir produtos inovadores por meio de um processo estruturado, disciplinado e iterativo. Ele garante que soluções como o protetor de ralo de PET atendam às demandas sociais, ambientais e técnicas, proporcionando um produto eficaz, viável e relevante para o mercado.

3.2.1.2 Desenvolvimento Industrial

Após análises de desenvolvimento industrial foi determinado que para a viabilidade em uma produção podem ser utilizadas Injetoras de plástico pneumáticas para o processo e plástico Polipropileno granulado reciclado como material.

O desenvolvimento industrial de um protetor de ralo sustentável feito originalmente a partir da lógica de reutilização de garrafas PET pode ser adaptado para produção em larga escala por meio da tecnologia de injeção plástica, utilizando polipropileno (PP) reciclado como matéria-prima principal. Para isso, o processo envolve a integração entre engenharia do produto, escolha apropriada dos materiais, definição do processo produtivo e organização eficiente do setor fabril.

O ciclo produtivo inicia-se com a entrada da matéria-prima, etapa em que a indústria adquire PP reciclado já na forma de grânulos. Esse material pode ser proveniente de cooperativas de reciclagem, empresas especializadas ou do próprio reprocesso interno da fábrica. Os grânulos chegam em sacos ou big bags e são direcionados ao estoque, onde ficam separados por tipo e lote, garantindo rastreabilidade e consistência no processo.

No momento da preparação da resina, como não há adição de aditivos, estabilizantes ou corantes, o PP é utilizado exatamente como chega da fonte

recicladora. Isso reforça o caráter sustentável do produto, reduz custos e simplifica o processo produtivo. Dependendo da origem do material, a indústria pode optar por realizar secagem rápida para retirar umidade residual, embora o PP normalmente tenha baixa absorção de água. Esse cuidado impede defeitos como bolhas internas ou manchas superficiais.

Com o material preparado, o protetor de ralo segue para a etapa principal: a injeção plástica. Nas injetoras pneumáticas, o PP reciclado é alimentado no funil da máquina, transportado pelo conjunto de rosca e gradualmente aquecido até atingir o estado de fusão. Em seguida, o material derretido é injetado sob pressão para dentro de um molde metálico especialmente projetado para o protetor.

Figura 5: Injetora de Plástico Pneumática



Fonte: <https://maqinjet.com/maquinas>

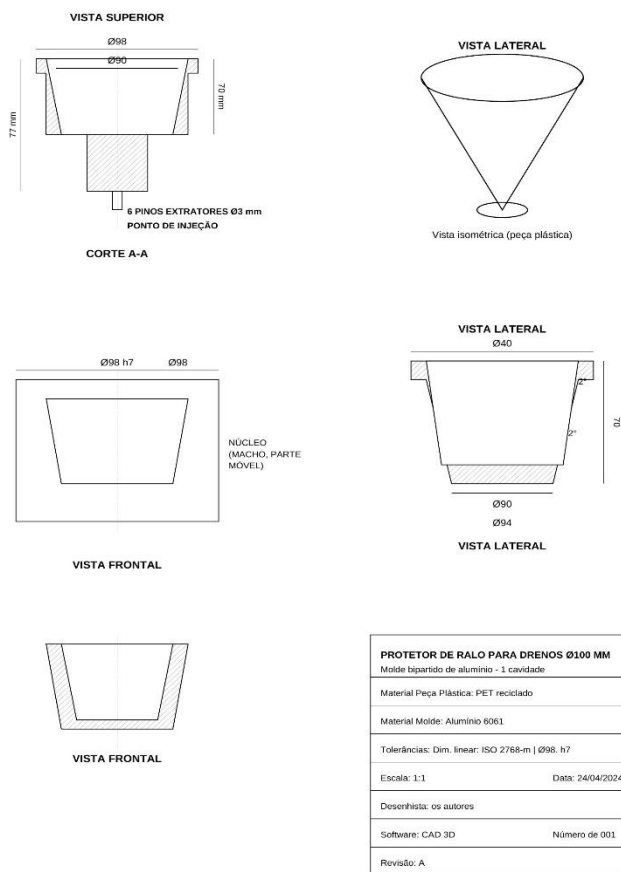
O molde é o componente-chave da qualidade: nele são definidos as grelhas, perfurações, bases de apoio, encaixes e travas que garantirão o bom funcionamento do produto. Como não há aditivos para melhorar fluidez ou estética, o projeto do molde precisa considerar canais de injeção bem dimensionados, pontos de desabastecimento adequados e resfriamento

eficiente, assegurando preenchimento completo e aparência uniforme mesmo com material reciclado.

Figura 6: Molde de protetor de ralo sustentável

PROTECTOR DE RALO Ø 100 MM – PROJETO DE MOLDE DE ALUMÍNIO (ABNT)

Protetor Interno de Ralo Contra Insetos e Escoríões (PET reciclado)



Fonte: Os autores (2026)

Após o preenchimento do molde, a peça passa pela fase de resfriamento e extração, sendo então submetida ao controle de qualidade. Como o PP reciclado pode apresentar pequenas variações entre lotes, as inspeções se tornam fundamentais para garantir que cada protetor atenda aos parâmetros

definidos. Avaliam-se aspectos como: medidas e espessura das paredes, deformações ou empenamento, rebarbas nas bordas, falhas de preenchimento e resistência mecânica mínima.

Peças fora do padrão são separadas para reciclagem interna, sendo moídas e reinsertadas no processo como novo granulado, mantendo a circularidade do material sem comprometer o desempenho geral.

As peças aprovadas seguem para o acabamento, etapa que inclui retirada de pequenas rebarbas ou ressaltos formados na linha de fechamento do molde. Como o produto é concebido para ser íntegro sem componentes adicionais ou partes móveis raramente é necessária montagem. Essa simplicidade favorece produtividade, custo baixo e maior robustez do protetor.

Concluído o acabamento, o protetor de ralo é direcionado à embalagem e expedição, sendo organizado em sacos ou caixas, identificado por lote e conduzido ao estoque de produto acabado. A partir daí, atende pedidos de varejistas, distribuidoras, órgãos públicos ou consumidores finais.

Assim, mesmo sem a utilização de aditivos, o processo industrial é plenamente capaz de produzir um protetor de ralo sustentável, funcional e durável. A adoção do PP reciclado como matéria-prima principal reduz o impacto ambiental, estimula a economia circular e transforma resíduos plásticos em um produto útil e socialmente relevante, contribuindo para a prevenção de acidentes com escorpiões e para o uso responsável de materiais reciclados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho evidenciam que o desenvolvimento de um protetor de ralo sustentável constitui uma resposta pertinente e eficaz frente à problemática crescente da presença de escorpiões e outros animais sinantrópicos em ambientes urbanos. A partir da análise da literatura, verificou-se que o aumento desses organismos está diretamente relacionado às transformações socioambientais, à urbanização desordenada e às condições favoráveis à sua proliferação, o que reforça a necessidade de medidas preventivas acessíveis e eficientes.

O projeto atingiu seu objetivo principal ao propor o desenvolvimento de um dispositivo simples, funcional e de baixo custo, capaz de impedir a entrada de escorpiões por meio dos ralos domésticos. Além de contribuir para a segurança das residências, o protetor de ralo também atua na retenção de resíduos sólidos, auxiliando na manutenção do sistema de escoamento e prevenindo entupimentos, o que amplia sua utilidade no cotidiano.

No que se refere ao desenvolvimento do produto, a aplicação de modelos teóricos, como o proposto por Rozenfeld et al. (2006), demonstrou a importância de um processo estruturado e sistematizado, desde a concepção até a fase de pós-desenvolvimento. Tal abordagem possibilitou a organização das etapas, a avaliação contínua da viabilidade e a garantia de qualidade do produto final, evidenciando que mesmo soluções simples demandam planejamento técnico consistente.

Do ponto de vista industrial, a adaptação do produto para produção em larga escala por meio da injeção plástica com polipropileno reciclado mostrou-se viável e coerente com os princípios da sustentabilidade. A escolha desse material, aliada à ausência de aditivos, contribui para a redução de impactos ambientais, a diminuição de custos produtivos e o incentivo à economia circular, ao reinserir resíduos plásticos no ciclo produtivo.

Adicionalmente, o trabalho reforça a relevância da sustentabilidade como eixo central no desenvolvimento de produtos contemporâneos. Ao integrar aspectos ambientais, sociais e econômicos, o protetor de ralo sustentável exemplifica os princípios do Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis (DPS),

ao transformar um resíduo em um produto útil, funcional e ambientalmente responsável.

Por fim, conclui-se que a proposta apresentada possui potencial de aplicação prática, podendo ser difundida tanto em âmbito doméstico quanto em políticas públicas de prevenção a acidentes com animais peçonhentos. Sugere-se, como continuidade deste estudo, a realização de testes mais aprofundados de desempenho, análises de aceitação pelo mercado e possíveis melhorias no design do produto, visando ampliar sua eficiência e competitividade. Dessa forma, o projeto contribui não apenas para a solução de um problema de saúde pública, mas também para a promoção de práticas sustentáveis e inovadoras no desenvolvimento de produtos.

REFERÊNCIAS

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes, RJ, 2017

BRITES-NETO, Jose. Controle químico de escorpiões em áreas de risco para acidentes escorpiônicos. **Revista Estudos-Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)**, v. 49, p. 1-14, 2022.

Disponível em:

<https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/view/12217> Acesso em 10-10-2025

CUNHA, António Pedro de Campos Ruão da et al. **O desenvolvimento de produto**. Universidade do Porto Faculdade de Engenharia, 2013.

Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/65578/1/000078433.pdf>

Acesso em 20-03-2026

FALCÃO, James da C; DIAS, Reinaldo. Pragas urbanas e educação ambiental: repensando a convivência e os processos ecológicos na cidade. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 8, p. 1468-1482, 2025.

Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/20641>

Acesso em 11-10-2025

JABBOUR, Charbel José Chiappetta; SANTOS, Fernando César Almada. Desenvolvimento de produtos sustentáveis: o papel da gestão de pessoas. **Revista de Administração Pública**, v. 41, p. 283-307, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rap/a/Tpp54sfh9NMpLVMyqkRvdkS/?lang=pt>.

Acesso em 20-03-2026

LESSA, Cícera I B da S et al. **A importância da sustentabilidade ambiental e da reciclagem na sociedade contemporânea: uma revisão bibliográfica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) –

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022. Disponível

em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/14943/1/A%20import%C3%A2ncia%20da%20sustentabilidade%20ambiental%20e%20da%20reciclagem%20na%20sociedade%20contempor%C3%A2nea%20uma%20revis%C3%A3o%20bibliogr%C3%A1fica.pdf>. Acesso em 03-03-2025.

PINELLI, Natasha. **Número de mortes dobrou em relação ao ano anterior; falta de saneamento básico e demora no atendimento às vítimas aumenta chances de picada e risco de morte.** Instituto Butantan, 08-04-2026. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/escorpioes-causaram-65-dos-acidentes-com-animais-peconhentos-no-brasil-em-2025>. Acesso: 23-04-2026.

REIS, Silvana. **Temporada de escorpiões:** Brasil vive alta de óbitos por acidentes; saiba como agir se você for picado. G1, 18-12-2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2025/12/18/temporada-de-escorpioes-brasil-vive-alta-de-obitos-por-acidentes-saiba-como-agir-se-voce-for-picado.ghtml>. Acesso: 23-04-2026.

ROOS, Alana; BECKER, Elsbeth Leia Spod. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, p. 857-866, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/4259/3035> Acesso em 15-03-2025

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos:** uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTOS, Darlan Silva et al. Acidentes com Animais Peçonhentos em Áreas Urbanas e sua Relação com a Saúde Pública. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 18, n. 71, p. 214-222, 2024. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/4006> Acesso em 8-10-2025

SÁ, Iracema Custodia dos Santos. **Suspensão dos procedimentos de controle de pragas e taxas de eventos relacionados a escorpiões no município de Paulínia/SP, de 2017 a 2021.** 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6142/tde-09082023-170835/publico/SaICS_MTR_R.pdf Acesso em 8-10-2025

SALGADO, Eduardo Gomes et al. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 4, p. 886-911, 2010. Disponível em:

<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/520/742>

Acesso em 21-03-2026

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.