



Graduação () Pós-Graduação

Artigo completo () Relato de prática () Resumo expandido

MAPEAMENTO DE PROCESSOS EM UM VIVEIRO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO: ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DA NOTAÇÃO BPMN

Gabriel Da Silva Fernandes

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Nova Andradina

gabriel1842018@gmail.com

Giovanna Isabelle Bom de Medeiros Florindo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Nova Andradina

giovanna.medeiros@ufms.br

RESUMO

É fato que todas as organizações precisam ter seus processos bem definidos para alcançarem sucesso no setor em que atuam. Nos viveiros florestais, essa realidade não é diferente, dada sua importância estratégica no setor florestal, especialmente por atuarem como pilares na produção de mudas. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo mapear e analisar o processo de revenda de mudas clonais de eucalipto em um viveiro localizado em Nova Andradina-MS, a fim de identificar e propor melhorias pontuais nas atividades operacionais da empresa. Para isso, adotou-se o estudo de caso como método de pesquisa, utilizando o mapeamento de processos como abordagem analítica, com base na representação por fluxogramas e na notação *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. Os resultados foram validados por atores-chave da empresa e evidenciaram oportunidades de melhoria no processo de fertirrigação. Destacam-se a proposição de um sistema Poka Yoke para evitar falhas operacionais e a criação de um Procedimento Operacional Padrão (POP), reforçando a importância do mapeamento de processos como ferramenta de gestão e melhoria contínua.

Palavras-chave: BPMN. Mapeamento de processos. Viveiro florestal

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal desempenha um papel fundamental no crescimento econômico do Brasil, sendo um dos segmentos de maior expansão no país. Em 2024, a produção florestal brasileira ultrapassou a marca de 10 milhões de árvores cultivadas, evidenciando sua relevância para o abastecimento do mercado interno e sua influência no desenvolvimento econômico nacional. Além disso, o setor gera mais de 2,69 milhões de empregos diretos e indiretos, contribuindo significativamente para a geração de renda e a movimentação da indústria florestal (IBÁ, 2024).

Diante da expansão desse setor, a produção de mudas de eucalipto em viveiros torna-se pertinente e necessária, exigindo melhor planejamento e organização das atividades (Nogueira, 2023). Nesse contexto, um bom planejamento, aliado à condução adequada dos processos produtivos, contribui diretamente para a obtenção de mudas de alta qualidade, fator essencial para o sucesso de florestas produtivas (Wendling; Dutra, 2017).

Paralelamente, pode-se afirmar que o sucesso de uma empresa em seu ramo de atuação está intimamente ligado à construção de um modelo que permita a avaliação dos processos envolvidos (Barbará, 2008). Dessa forma, o mapeamento de processos surge como um elemento indispensável para identificar fatores críticos de sucesso em qualquer organização e, assim, propor ações de melhoria (Barbará, 2008). Além disso, avaliar a eficácia das diferentes etapas envolvidas na produção de mudas é essencial para aprimorar as atividades realizadas nos viveiros florestais (Silva *et al.*, 2019).

Ademais, assim como em qualquer empresa, para que as operações de um viveiro ocorram de forma eficiente, é essencial uma excelente gestão baseada em planejamento, definição de processos e uso de ferramentas adequadas de produção (Resende, 2022). O viveiro analisado neste estudo ilustra bem essa necessidade, pois, embora tenha sido projetado para atuar como produtor de mudas clonais, ainda opera como revendedor devido à estrutura produtiva não estar totalmente implementada, o que reforça a relevância de uma abordagem voltada à gestão de processos e atividades.

Portanto, considerando a relevância de um processo produtivo eficiente e otimizado, este trabalho teve como objetivo mapear e analisar o processo de revenda de mudas clonais de eucalipto em um viveiro localizado em Nova Andradina-MS, a fim de identificar e propor melhorias pontuais nas atividades operacionais da empresa. Nesse contexto, a pesquisa busca

responder à seguinte questão: como o mapeamento de processos pode contribuir para a otimização das atividades de um viveiro de mudas clonais de eucalipto em fase de transição para a produção própria? Esse cenário particular torna essencial a compreensão dos desafios e oportunidades desse modelo de operação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

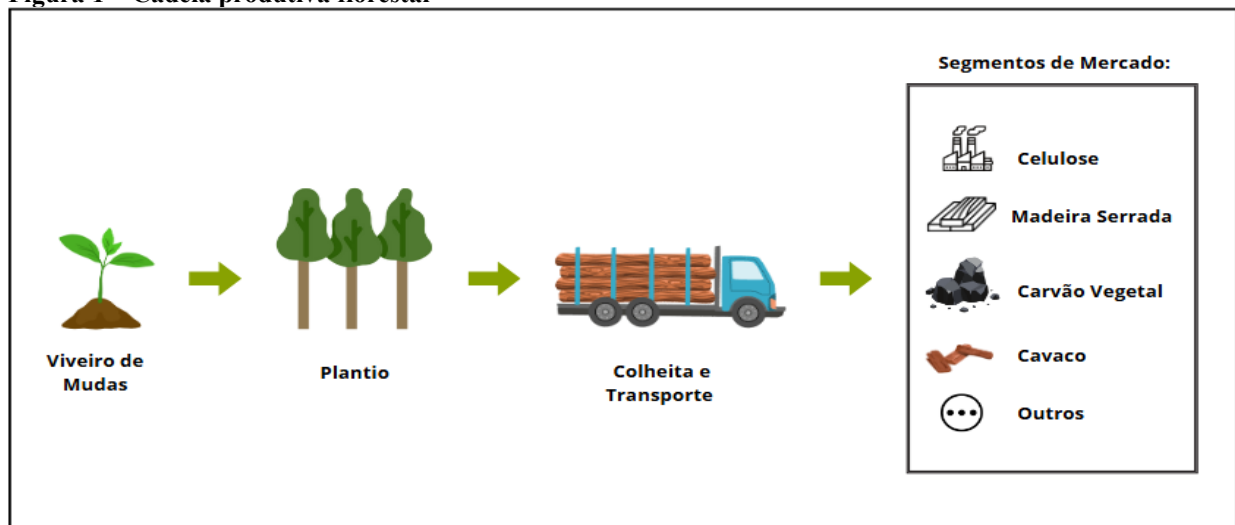
2.1 A importância dos viveiros na produção de mudas clonais de eucalipto

Dados do Instituto Brasileiro de Árvores evidenciam que o setor florestal brasileiro cresce exponencialmente, sendo responsável pela produção de diversos tipos de produtos de base florestal, como papel higiênico, fraldas, painéis, celulose, entre outros. Para suprir toda essa demanda, mais de 1,8 milhão de árvores são plantadas todos os dias, o que deu origem a mais de 10 milhões de hectares cultivados em 2023, dos quais, 7,8 milhões pertencem ao plantio de eucalipto (IBÁ, 2024).

Toda essa expansão do setor florestal, bem como de seus diversos segmentos, tem apresentado crescimento no mercado internacional (Valverde *et al.*, 2012). O país exporta para diversas regiões do mundo, sendo que Ásia, América do Norte e Europa são os principais consumidores, representando 73% de todas as exportações de produtos em 2023 (IBÁ, 2024). A elevada demanda por esses produtos tem impulsionado a produção de mudas e, conseqüentemente, contribuído para o aumento do número de viveiros em todo o país (Caldeira *et al.*, 2016).

Nesse contexto, considerando a demanda de derivados florestais, é possível afirmar que os viveiros desempenham um papel fundamental, pois são responsáveis por fornecer mudas com qualidade adequadas às necessidades do setor (Fernandes, 2011). Essas unidades de produção são as principais empresas do setor de insumos florestais, sendo responsáveis por fornecer mudas que sustentam os plantios comerciais no país, contribuindo para o desenvolvimento e continuidade da cadeia produtiva florestal (Franco; Barreira, 2021). A Figura 1 apresenta a estrutura da cadeia produtiva florestal e seus principais elos.

Figura 1 – Cadeia produtiva florestal



Fonte: Elaborado pelo autor (2025), com base em Franco e Barreira (2021).

Observa-se assim, através da figura 1, a relevância dos viveiros no suprimento da demanda por mudas, uma vez que essas organizações constituem a base de toda a cadeia produtiva em questão, já que a muda, seu principal insumo, também é o principal elemento de toda a cadeia (Resende, 2022). Neste sentido, o crescimento acelerado do setor intensifica essa demanda, exigindo uma gestão cada vez mais estruturada nos viveiros (Nogueira, 2023).

Entretanto, para que o empreendimento florestal tenha êxito, é necessário produzir mudas de alta qualidade (Matos, 2009). Para isso, diversos fatores e etapas são essenciais no processo de produção nos viveiros (Wendling; Dutra, 2017). Assim, reforça-se a importância dessas organizações para o setor florestal, bem como dos processos que influenciam diretamente na qualidade das mudas (Wendling; Dutra, 2017). Com base nesse entendimento, pode-se afirmar que o sucesso do empreendimento florestal está diretamente ligado à produção de mudas com alto padrão de qualidade (Drumond *et al.*, 2016).

Ademais, é evidente que a avaliação das etapas e atividades envolvidas nos viveiros florestais é um aspecto fundamental para o aumento da eficiência e otimização das operações (Silva *et al.*, 2019). No estudo de Silva *et al.* (2019), destaca-se o uso do mapeamento de processos, dentro dos conceitos de tempos e movimentos, para avaliar as atividades desenvolvidas em um viveiro de mudas de eucalipto.

Em síntese, fica clara a relevância do mapeamento de processos em viveiros, tal como foi aplicado no estudo de Matos (2009). A autora utilizou essa ferramenta como apoio para definir requisitos básicos na produção de mudas clonais de eucalipto, alegando que o

mapeamento tem capacidade de aumentar o desempenho organizacional e promover a melhoria contínua dos processos (Matos, 2009).

2.2 Mapeamento de Processos

“Analisar e modelar processos” equivale a realizar o “mapeamento de processos”, o qual envolve o levantamento, a identificação e a descrição detalhada dos processos de uma organização (Barbará, 2008). No entanto, mapear processos exige o levantamento de dados essenciais, como as atividades executadas, o tempo de execução e os fluxos de informação e materiais, dados que geralmente são obtidos por meio de entrevistas com os envolvidos nas operações (Ching, 2019).

O mapeamento de processos permite visualizar e registrar as atividades e suas relações em um processo (Slack; Chambers; Johnston, 2013). Ainda nessa linha, ele consiste em registrar as etapas na sequência em que ocorrem ou conforme essas se relacionam umas com as outras (Ching, 2019).

Esse recurso é indispensável para as organizações que visam gerenciar seus processos e fazê-los funcionar de forma harmônica, objetiva e eficiente (Barbará, 2008). Além disso, ele possibilita uma visão sistêmica das atividades, permitindo a identificação de pontos críticos que podem ser transformados em oportunidades de melhoria (Ching, 2019).

Complementando essa perspectiva o mapeamento “possibilita a aplicação de melhorias nos processos mapeados, permitindo documentar os passos que irão corrigir erros ou problemas” (Wildauer; Wildauer, 2015, p. 55). Em resumo, pode-se dizer que modelar processos é uma prática necessária nas organizações, uma vez que possibilita ganhos de eficiência, maior flexibilidade e vantagens competitivas no mercado (Campos, 2014).

2.2.1 Técnicas e Ferramentas para o Mapeamento de Processos





Existem diversas técnicas utilizadas para o mapeamento de processos, sendo as mais comuns a “*BPMN (Business Process Modeling Notation)*, *UML (Unified Modeling Language)*, *IDEF (Integrated DEFinition)* e *EPC (Event-driven Process Chain)*” (Valle; Oliveira, 2013, p. 52). Independentemente da técnica escolhida, todas se baseiam na identificação dos tipos de atividades presentes no processo e na representação do fluxo de materiais, pessoas ou informações (Slack; Chambers; Johnston, 2013).










Existem diversas ferramentas disponíveis para analisar processos, e uma das mais utilizadas é o fluxograma, amplamente adotado pelas empresas para o mapeamento de seus processos (Wildauer; Wildauer, 2015). As técnicas de mapeamento também podem ser descritas por meio dessa ferramenta (Valle; Oliveira, 2013). Além disso, os fluxogramas se destacam como os recursos mais empregados para mapear etapas e atividades dentro de um processo (Ferreira, 2020; Cruz, 2021).

Entre os tipos de fluxogramas, destaca-se atualmente a notação *Business Process Modeling Notation (BPMN)*, que vem ganhando espaço nas organizações (Cruz, 2021). Essa notação tem como principal objetivo facilitar o entendimento e a compreensão por parte de todos os envolvidos no mapeamento de processos (OMG, 2011). Por esse motivo, ela se diferencia das demais ao oferecer um padrão mais abrangente e capaz de suprir deficiências observadas em outras abordagens, permitindo maior clareza e entendimento do processo mapeado (Valle; Oliveira, 2013).

A BPMN é composta por quatro elementos principais: atividades, eventos, gateways e conectores (Valle; Oliveira, 2013). São esses elementos que tornam possível a construção de mapeamentos compreensíveis e flexíveis na prática (Valle; Oliveira, 2013). Atualmente, essa notação vem se tornando bastante popular entre as organizações, sendo mantida e atualizada pela entidade Object Management Group (OMG) (UFOP, 2020). No quadro 1 são apresentados os elementos básicos da notação BPMN, com seus respectivos significados.

Quadro 1 – Elementos básicos da notação BPMN:

Nome	Símbolo	Descrição
Evento de início		Representa o ponto inicial de um processo. É onde o fluxo começa.
Evento intermediário		Utilizado para indicar o acontecimento de algo entre o início e o fim do processo ou para indicar que o processo alcançou determinado status.
Evento terminador		Utilizado para indicar o término do processo.
Evento temporizador		Utilizado para indicar ciclos específicos de tempo ou até mesmo atrasos no processo.

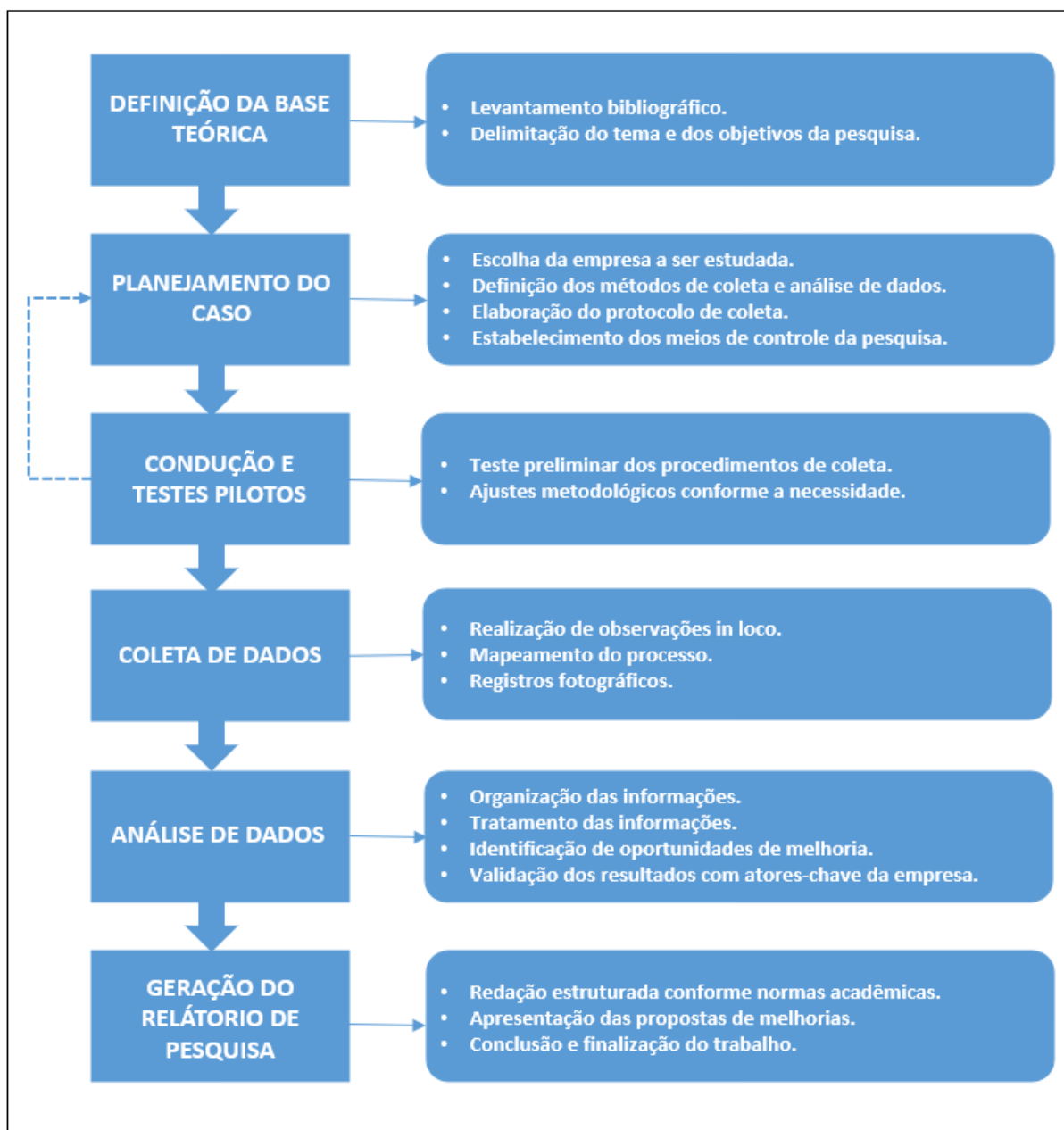
Gateway exclusivo		Representa uma decisão onde apenas um dos caminhos possíveis será seguido.
Subprocesso		Refere-se a uma parte do processo composta por atividades e tarefas.
Subprocesso <i>ad hoc</i> expandido		Agrupa tarefas sem uma sequência fixa de execução, o que impede sua conexão direta com os fluxos de sequência.
Tarefa manual		Indica que o trabalho é realizado de forma manual.
Tarefa de recebimento		Indica o recebimento de uma mensagem de um participante externo.
Tarefa de envio		Indica o envio de uma mensagem ao participante externo.
Objeto de dados		Representa dados consumidos ou gerados pelas atividades do processo.
Seta		Indica a ordem em que as atividades serão executadas.
Linha tracejada	Indica uma associação. Geralmente associa-se informações aos elementos gráficos do BPMN.
Piscina (<i>pool</i>)		Uma piscina pode ser utilizada para representar participantes, processos, entidades e departamentos.

Fonte: Adaptado de OMG (2011) e UFOP (2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso empregado em um viveiro de mudas clonais de eucalipto localizado em Nova Andradina-MS, que atualmente opera como revendedor, mas está em processo de transição para a produção própria. Para atingir o objetivo proposto, esse estudo pautou-se na abordagem metodológica sugerida por Miguel (2007), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas metodológicas do estudo de caso desenvolvido



Fonte: Adaptado de Miguel (2007).

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico com base em livros, artigos e acervos eletrônicos, a fim de delimitar o tema e os objetivos do trabalho, com foco voltado ao papel estratégico dos viveiros na produção de mudas clonais de eucalipto e na utilização do mapeamento de processos como ferramenta de análise. Em seguida, foi escolhida a empresa a ser estudada e definidos os métodos de coleta e análise de dados. Elaborou-se um protocolo para orientar a coleta, além de estabelecer meios de controle, como a participação ativa do pesquisador e a validação posterior dos resultados com os responsáveis pela empresa.

Na etapa seguinte, foram realizados testes preliminares com visitas ao local. Esses testes tiveram o intuito de verificar se a metodologia inicialmente protocolada era adequada à realidade do viveiro. Através da abordagem com os colaboradores e dos registros das informações, foi possível fazer ajustes metodológicos para alcance do objetivo. A coleta de dados ocorreu por meio de observação direta das operações e das instalações do viveiro, com o acompanhamento do gerente geral e do proprietário da empresa. Também foram feitos registros fotográficos e o mapeamento detalhado do processo em campo. Ao todo, foram dedicadas 254 horas à observação e análise do viveiro.

Após a coleta, as informações foram organizadas e tratadas, permitindo a identificação de oportunidades de melhoria. Todos os resultados foram discutidos e validados com os responsáveis pelo viveiro, assegurando a aderência das conclusões à realidade prática da organização.

Para representar os processos de forma estruturada, optou-se pelo uso de fluxogramas com a BPMN (*Business Process Model and Notation*), por se tratar de um padrão de notação amplamente reconhecido, que permite descrever visualmente o fluxo de atividades com diferentes níveis de complexidade e detalhe (UFOP, 2020). Essa abordagem facilitou a análise e serviu de base para a proposição de melhorias no processo observado.

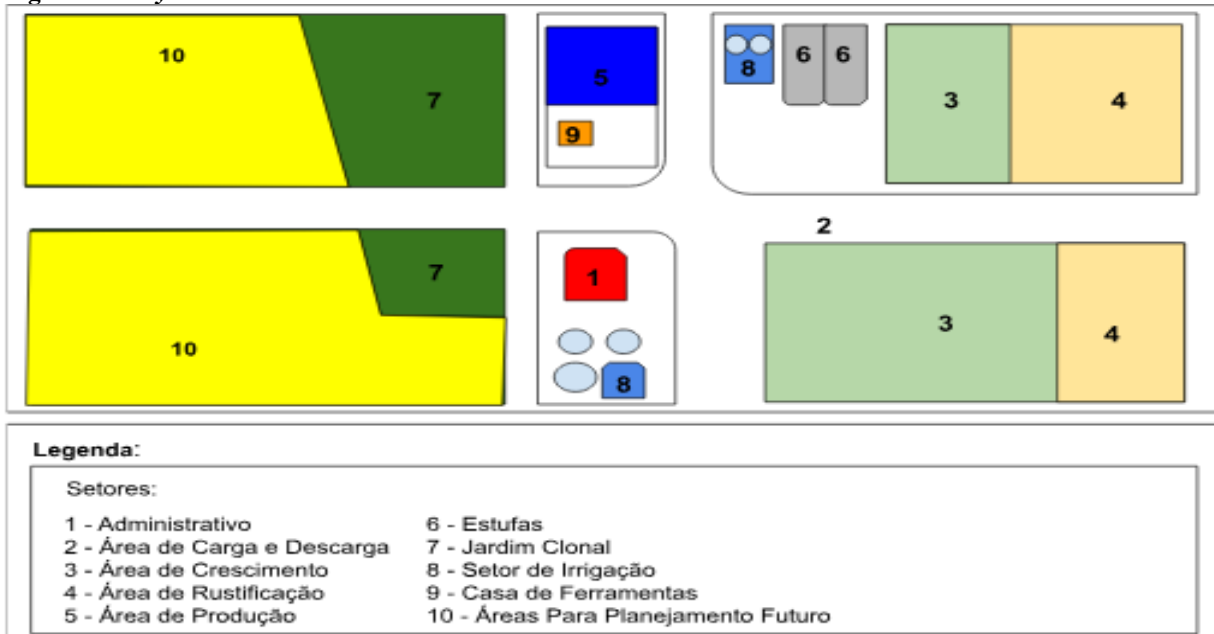
Por fim, para a representação gráfica dos resultados, foram utilizados os softwares Google Docs, Bizagi e Autodesk. Os dados foram consolidados em um relatório estruturado, contendo as análises realizadas, as propostas de melhoria e as considerações finais do estudo.

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Sobre a Empresa

O viveiro foi fundado em 2023, atualmente opera como revendedor de mudas clonais de eucalipto e seus setores estão organizados conforme ilustrado no layout representado na Figura 3. No momento, as mudas são adquiridas de fornecedores fixos, sendo que a empresa trabalha com um fornecedor principal. Os pedidos atendem à demanda regional, e o viveiro é responsável por abastecer parte do estado de Mato Grosso do Sul atendendo diferentes segmentos de mercado.

Figura 3 – Layout atual do viveiro



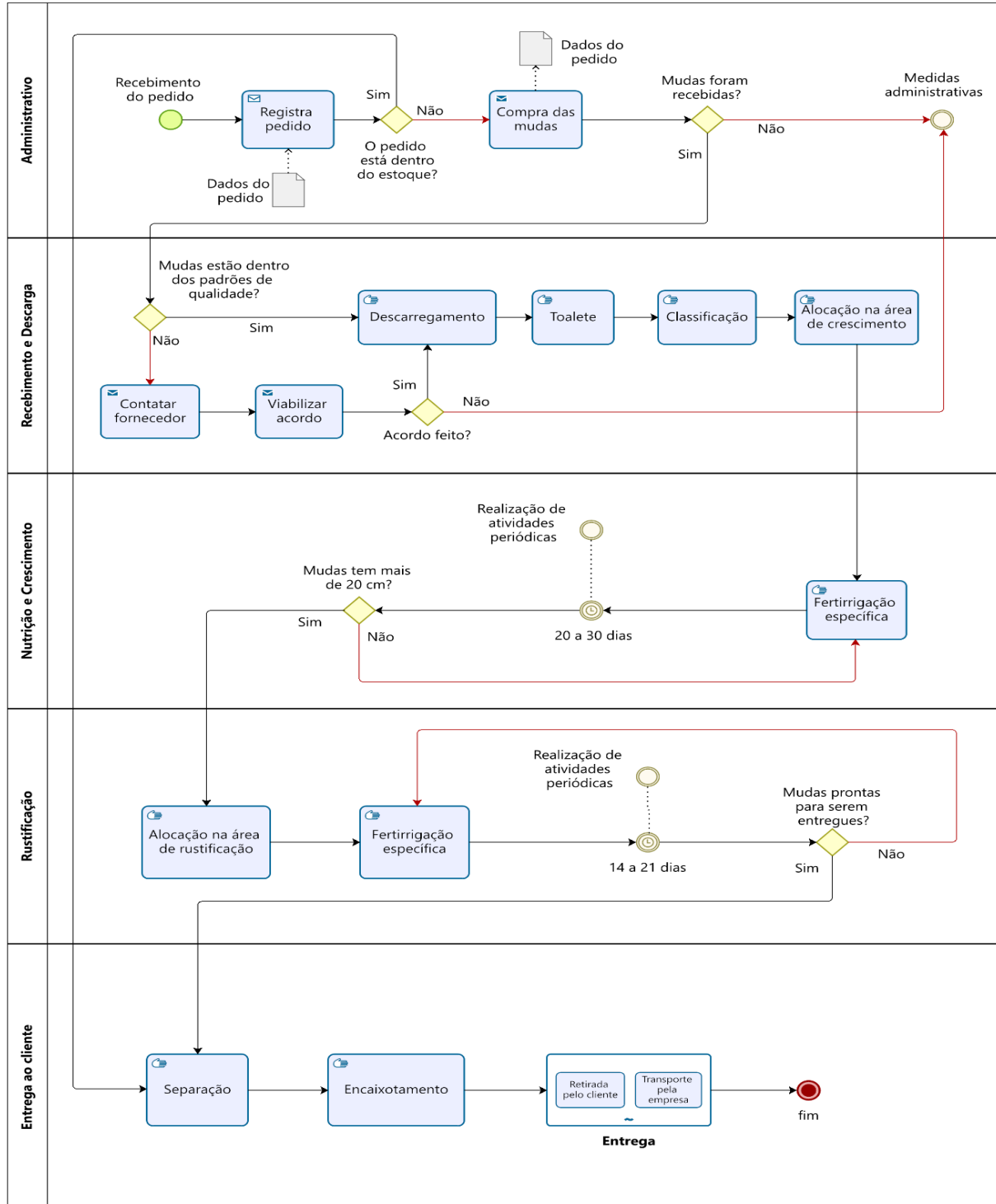
Fonte: Elaboração própria no Google Docs (2025).

Atualmente, apenas alguns setores estão em funcionamento: o setor administrativo, a área de carga e descarga, a área de crescimento, a área de rustificação, a casa de ferramentas e a casa de irrigação mais próxima ao setor administrativo. Os demais setores estão em fase de preparação, com a instalação de máquinas e equipamentos para possibilitar a produção própria de mudas. Entre esses setores, destacam-se a área de produção, o jardim clonal, as estufas e a casa de irrigação ao lado das estufas. Além disso, o viveiro possui uma extensa área para planejamentos futuros, como a criação de novas áreas de crescimento, rustificação e setores estratégicos.

Algumas observações são relevantes para a análise do processo atual. A área de carga e descarga, localizada próximo à área de crescimento, está posicionada na via de fluxo de pessoas e veículos. Essa disposição se deve ao fato de que o espaço disponível é muito extenso e permite o uso para este fim sem restrições. Além disso, as casas de irrigação contam com tanques localizados ao lado de suas respectivas estruturas. No processo de revenda de mudas, a casa de irrigação utilizada é a que fica mais próxima do setor administrativo, sendo responsável pelo suprimento de água para a área de crescimento e a área de rustificação, embora essa também abasteça o jardim clonal, porém este setor não faz parte do processo de revenda analisado.

Ademais, o processo de revenda do viveiro em análise é composto por cinco subprocessos, distribuído entre os diversos setores da empresa. A Figura 4 esquematiza a forma como esses subprocessos se relacionam entre si.

Figura 4 – Esquema geral do processo de revenda analisado

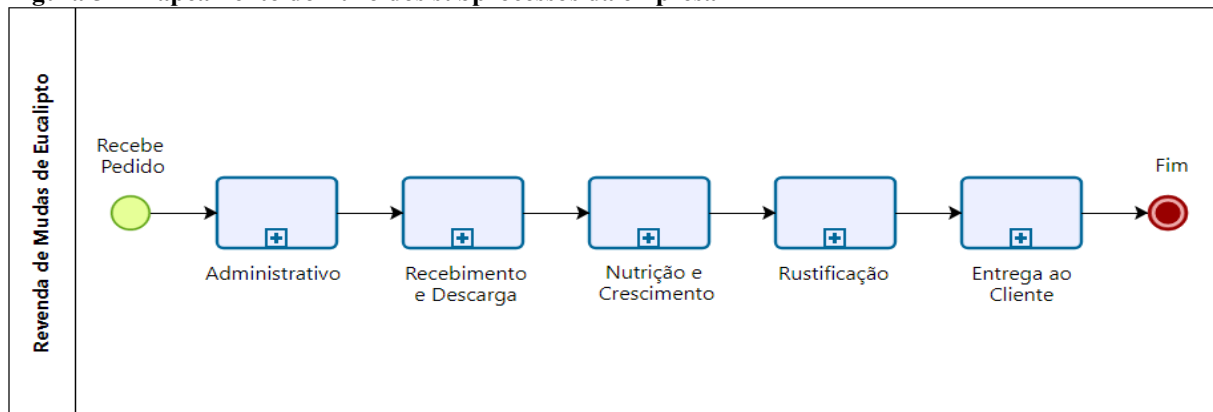


Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

4.2 Subprocessos no Viveiro

O processo de revenda de mudas clonais de eucalipto foi dividido nesse estudo em cinco subprocessos, sendo eles: administrativo, recebimento e descarga, nutrição e crescimento, rustificação e entrega ao cliente. A Figura 5, trata de esboçar como cada um desses estão interligados.

Figura 5 – Mapeamento do fluxo dos subprocessos da empresa

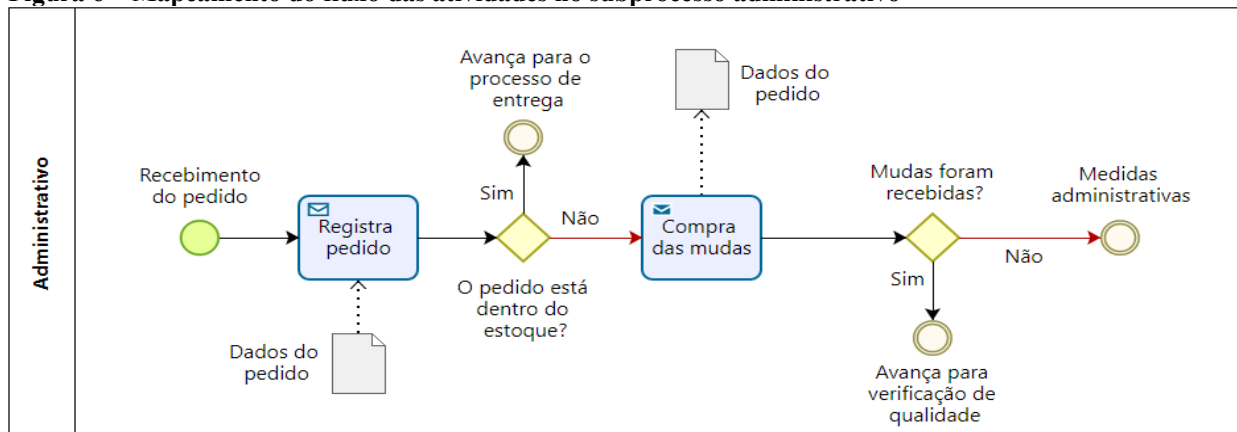


Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

Dentro de cada subprocesso acontecem tarefas, atividades e decisões necessárias para que todo processo seja concluído. Dessa forma, para que o fluxo das informações seja entendido de forma mais clara, cada subprocesso foi mapeado e comentado separadamente.

4.2.1 Subprocesso Administrativo

Figura 6 – Mapeamento do fluxo das atividades no subprocesso administrativo



Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

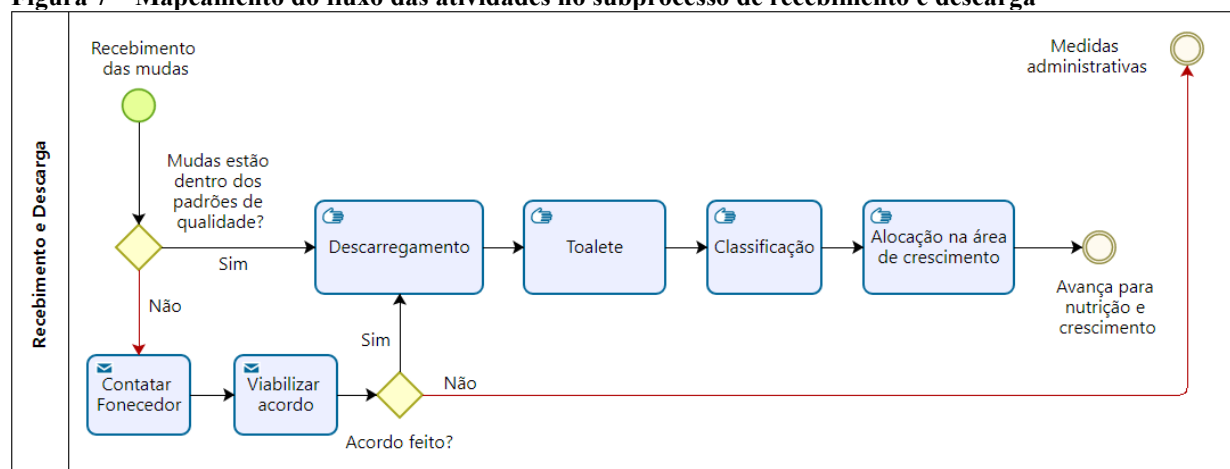
A Figura 6 esboça a etapa inicial do processo, que tem por objetivo receber, registrar e efetuar a compra do pedido realizado pelo cliente. O processo se inicia a partir do momento que o cliente fornece os dados referentes ao seu pedido, como tipo de clone, quantidade desejada e outras informações básicas. Em diversos casos, as mudas já estão disponíveis em estoque, eliminando a necessidade de nova aquisição. No entanto, quando não há disponibilidade, o setor responsável entra em contato com o fornecedor para realizar a compra, permitindo assim a continuidade do fluxo.

As mudas podem chegar tanto pelo transporte próprio da empresa quanto pelo despacho do fornecedor. No entanto, essa etapa não foi incluída no fluxo do processo para evitar o excesso de informações. Todavia, se as mudas chegarem sem problemas, elas são encaminhadas a área de carga e descarga, onde sua qualidade é averiguada. Se houver atraso na entrega, seja pelo transporte próprio, ou pelo fornecedor, medidas administrativas são adotadas para solucionar os problemas da situação.

Essa etapa é fundamental, pois atrasos podem ocorrer por diversos fatores, como problemas logísticos, dificuldades operacionais do fornecedor ou imprevistos com o colaborador escalado para a tarefa. Como há a terceirização do serviço, a possibilidade de contratempos aumenta, exigindo um acompanhamento rigoroso para mitigar os impactos no processo.

4.2.2 Subprocesso de Recebimento e Descarga

Figura 7 – Mapeamento do fluxo das atividades no subprocesso de recebimento e descarga



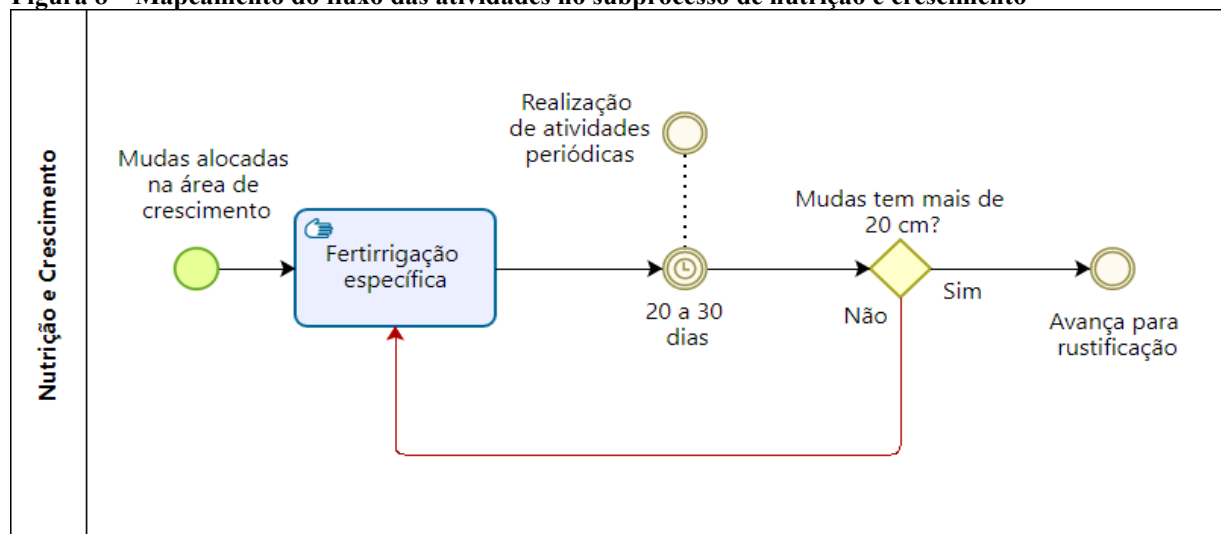
Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

A Figura 7 ilustra o subprocesso de recebimento e descarga, que ocorre no setor de carga e descarga, onde as mudas recebidas são avaliadas para verificar se estão dentro dos padrões esperados, incluindo quantidade e qualidade. Caso estejam em conformidade, são descarregadas e passam pelo processo de toailete (remoção de galhos e folhas desnecessárias). Em seguida, são classificadas por tamanho (média e pequena) e direcionadas para a área de crescimento.

Por outro lado, se as mudas não atenderem aos padrões esperados, entra-se em contato com o fornecedor para negociar possíveis ajustes financeiros. Se houver um acordo positivo, as mudas seguem o fluxo normalmente. Caso contrário, medidas administrativas são adotadas para solucionar o problema, podendo incluir a devolução da carga ou a tentativa de recuperação das mudas por meio de fertirrigação específica.

4.2.3 Subprocesso de Nutrição e Crescimento

Figura 8 – Mapeamento do fluxo das atividades no subprocesso de nutrição e crescimento



Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

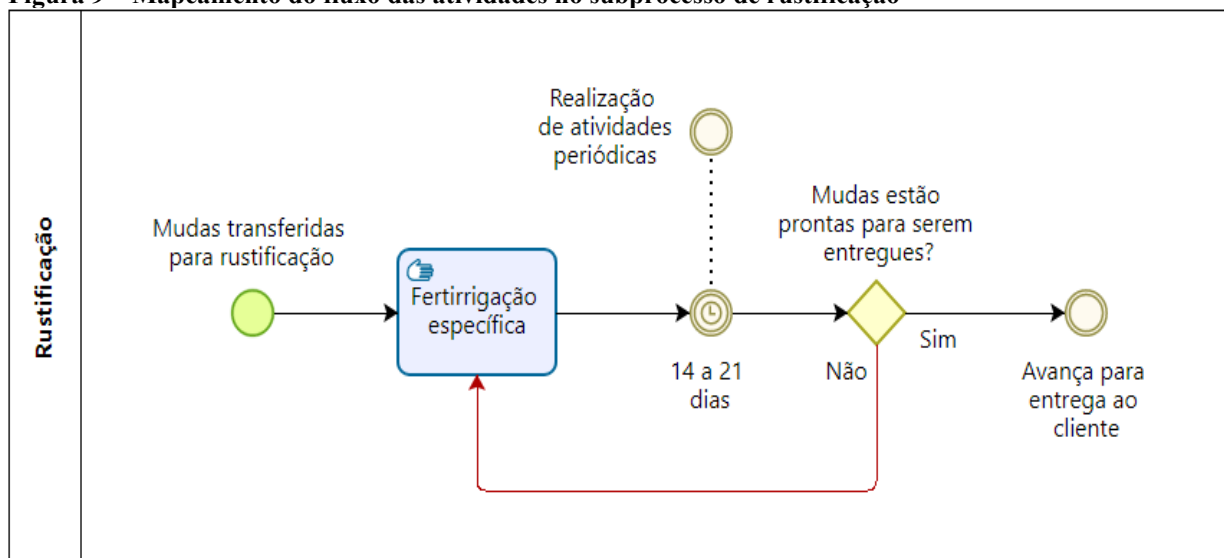
A Figura 8 demonstra o subprocesso de nutrição e crescimento que ocorre na área de crescimento, iniciando-se assim que as mudas são alocadas neste setor. Nesse estágio, elas recebem fertirrigação específica, aplicada por um colaborador que dosa a quantidade correta de nutrientes conforme a necessidade das plantas. Esse procedimento ocorre por um período de 20 a 30 dias. Durante esse tempo, outras atividades periódicas são realizadas mediante a necessidade, tal como está associado ao evento exclusivo. São exemplos de atividades

recorrentes: verificação periódica da qualidade das mudas, avaliação de manejo preventivo contra pragas e doenças, conserto e limpeza de bicos aspersores, capina entre outras.

Além disso, é durante esse período que as mudas são avaliadas conforme sua estrutura. As mudas que alcançarem 20 cm ou mais são transferidas para área de rustificação, enquanto as que não obtiverem esse tamanho permanecem na área de crescimento recebendo fertirrigação. Essa decisão é tomada pelo gerente geral da empresa que avalia se as mudas estão prontas ou não para a próxima etapa.

4.2.4 Subprocesso de Rustificação

Figura 9 – Mapeamento do fluxo das atividades no subprocesso de rustificação



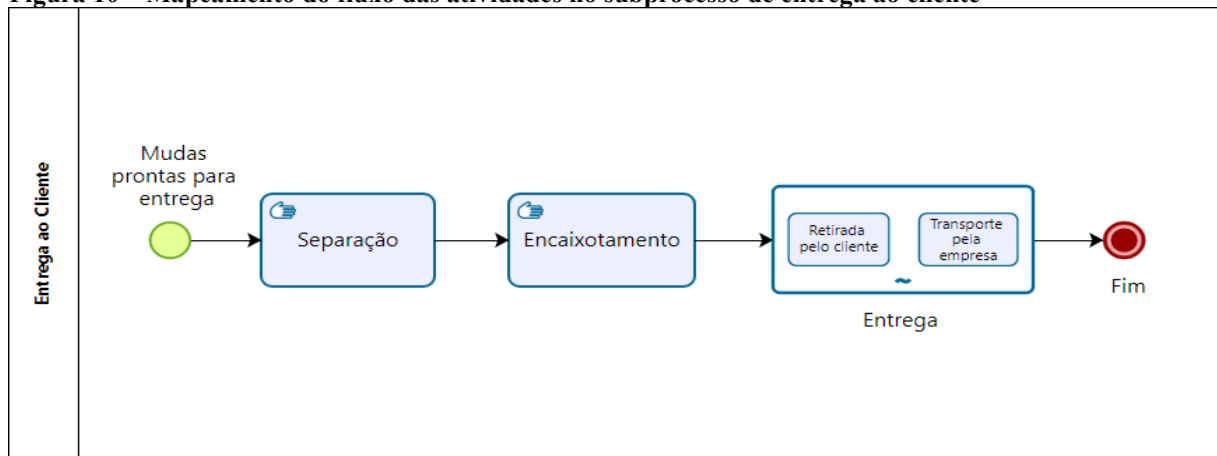
Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

A Figura 9 ilustra o subprocesso de rustificação, que, assim como no estudo de Matos (2009), representa a penúltima etapa antes da entrega ao cliente, tendo como principal objetivo preparar as mudas para as condições reais de campo. Por esse motivo, o controle de irrigação nessa fase difere do aplicado na etapa de nutrição e crescimento.

As mudas permanecem na área de rustificação por um período de 14 a 21 dias e, assim como na etapa de nutrição e crescimento, durante esse intervalo são realizadas outras atividades periódicas. Ao término desse tempo, as mudas são avaliadas se estão prontas em termos de qualidade para serem entregues ao cliente. Se sim, são separadas, encaixotadas e entregues ao cliente. Se não, as mudas permanecem recebendo fertirrigação na área de rustificação.

4.2.5 Subprocesso de Entrega ao Cliente

Figura 10 – Mapeamento do fluxo das atividades no subprocesso de entrega ao cliente



Fonte: Elaboração própria no Bizagi (2025).

A Figura 10 apresenta o processo de entrega, que segundo Matos (2009), é uma etapa que pode influenciar na qualidade exigida pelo cliente, pois está diretamente relacionada à qualidade percebida do produto final. Nesse contexto, no presente estudo, essa fase do processo se inicia com a separação das mudas que atendem aos padrões de qualidade esperados. Assim, as mudas são encaixotadas manualmente pelos colaboradores para poderem ser entregues ao cliente. A entrega pode ser feita pelo transporte da empresa ou pela retirada direta pelo cliente no viveiro

4.3 Proposição de Melhorias

Para Wildauer e Wildauer (2015), o mapeamento dos processos é um elemento chave para visualizar e entender o funcionamento da cadeia produtiva e assim propor melhorias. Nesse sentido, pode-se dizer que essa abordagem foi fundamental para identificar pontos de melhoria na empresa, justamente porque oferece uma visão genérica do que acontece em cada setor e como um está relacionado ao outro através de atividades.

Dessa forma, identificaram-se oportunidades de melhoria para otimização da tarefa de fertirrigação, que atualmente é realizada manualmente por um colaborador e tem impacto direto na qualidade das mudas em todas as suas fases. No estudo de Matos (2009), fica explícito que a fertirrigação é um elemento indispensável para a obtenção de mudas de alta qualidade. A autora também aborda o mapeamento de processos e discute atividades que

necessitam de melhorias, destacando, entre os fatores fundamentais, o uso eficiente da mão de obra.

Diante disso, é possível afirmar que a fertirrigação exige atenção especial, principalmente por ser executada manualmente no viveiro estudado. Além disso, essa tarefa representa a atividade com maior período para ser executada, estando presente em dois subprocessos distintos. Nesse cenário, visando a operação eficiente deste processo, este estudo analisou a fertirrigação com o intuito de propor ferramentas que contribuam para a otimização dos aspectos operacionais envolvidos. Assim, surge a oportunidade de propor melhorias que aumentem a eficiência dessa etapa.

4.3.1 Diagnóstico do problema

Atualmente, o controle da fertirrigação é realizado na casa de irrigação, localizada próxima ao setor administrativo que foi planejada para atender toda a demanda do viveiro, incluindo o suprimento de água para os reservatórios da casa de controle de irrigação, localizada próxima às estufas. O setor tem cinco bombas em funcionamento, embora tenha sido projetado para comportar até oito bombas. As três saídas restantes encontram-se isoladas, pois ainda não há necessidade de utilizá-las.

O controle da fertirrigação é feito por meio de caixas d'água que recebem água diretamente dos reservatórios. Cada caixa é atualmente alimentada por até duas bombas, sendo que ao menos uma permanece ativa durante a operação. Observouse, contudo, a existência de saída técnica para a instalação de uma terceira bomba, o que indica uma possibilidade de adaptação futura, caso haja demanda. Nessas caixas, o colaborador responsável realiza manualmente a dosagem da composição química de nutrientes, conforme as necessidades de cada setor.

Dentro do escopo do processo analisado, a casa de irrigação opera suprindo água para área de crescimento e área de rustificação tendo suas tubulações definidas por um sistema hidráulico igual para estes dois setores. Além disso, vale mencionar que o jardim clonal também é alimentado por um sistema hidráulico igual embora o mesmo não faça parte do processo de revenda analisado. No entanto, esse cenário abre espaço para propor melhorias sem perda de eficiência mesmo depois que o viveiro iniciar a produção própria. Toda representação desse esquema pode ser observada nas Figuras 11, 12 e 13, a seguir.

Figura 11 – Casa de irrigação atual



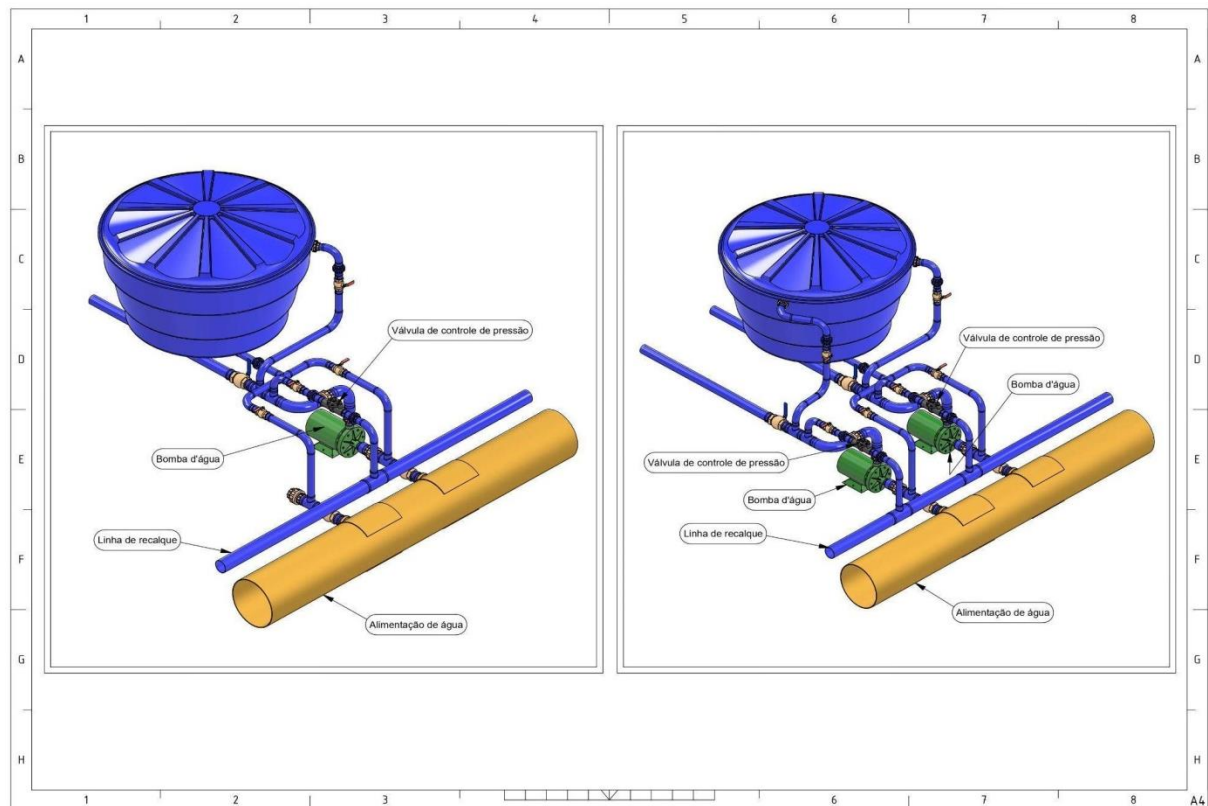
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 12 – Tubulações e componentes do sistema hidráulico para uma bomba



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 13 – Ilustração comparativa do sistema operando com uma e com duas bombas com seus respectivos componentes



Fonte: Elaboração própria no Autodesk (2025).

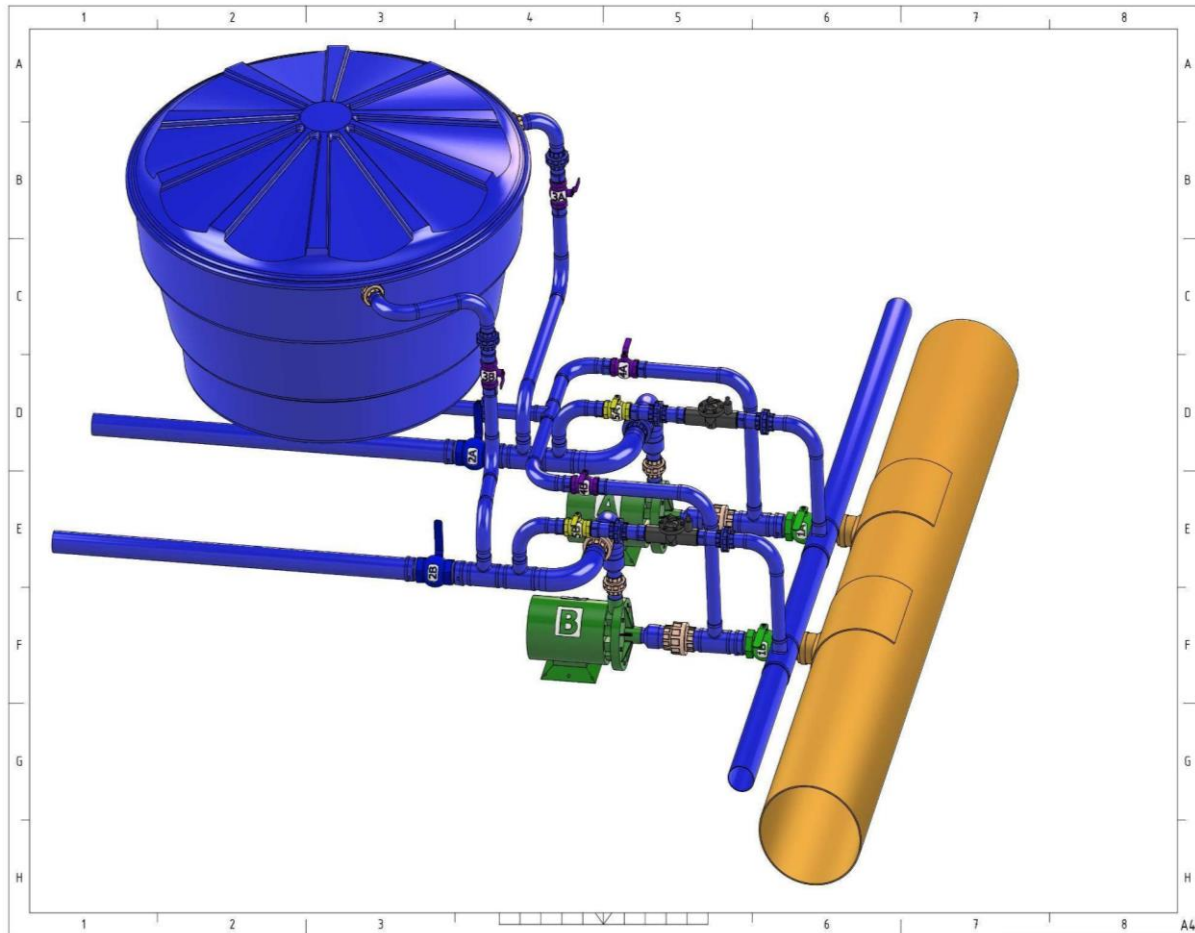
Através das figuras 11, 12 e 13, é possível observar que o espaço possui diversas tubulações entrelaçadas, cada uma com sua função e sentido de fluxo de água. Além disso, há vários componentes responsáveis pelo controle das entradas e saídas, que podem conduzir tanto água pura quanto água com compostos químicos. Esse cenário pode gerar confusão e aumentar o risco de falhas operacionais por parte do colaborador envolvido na tarefa, impactando diretamente o consumo de recursos e o tempo de execução da atividade. Sugere-se que a Figura 13 seja ampliada (*zoom*) para melhor visualização dos detalhes e compreensão do contexto descrito.

Diante disso, propõe-se a combinação de duas ferramentas para minimizar falhas e otimizar o processo: O Poka Yoke que tem por objetivo evitar erros e o POP (Procedimento Operacional Padrão) que visa padronizar atividades. O objetivo do Poka Yoke nesse cenário é auxiliar o colaborador através da identificação de componentes do sistema hidráulico por meio de cores, números e letras. Isso permitirá que o colaborador saiba qual linha está

observando e como se orientar em uma possível atividade que demande essa atenção específica. Já o POP tem por objetivo auxiliar o colaborador como usar o Poka Yoke através dos componentes do sistema (Agarwal, 2025).

4.3.2 Sugestão de Poka Yoke e POP

Figura 14 – Ilustração da sugestão de Poka Yoke



Fonte: Elaboração própria no Autodesk (2025).

A Figura 14 apresenta o Poka Yoke sugerido, evidenciando uma lógica de funcionamento racional, na qual cada registro possui uma operação específica, identificada por meio de cores, números e letras. Sugere-se ampliar a visualização (*zoom*) para facilitar a leitura dos elementos.

As cores têm como principal objetivo indicar a função de cada registro:

- a) Os registros verdes sinalizam os pontos responsáveis por alimentar o sistema com água;

- b) Os azuis indicam a liberação da saída de água para os setores;
- c) Os amarelos representam os retornos para a linha de recalque, geralmente utilizados no controle de pressão;
- d) Os roxos são acionados quando há necessidade de realizar a fertirrigação.

A numeração foi adotada ao se perceber que o sistema conta com mais de um registro envolvido no controle da fertirrigação. Os números, organizados de 1 a 5, orientam o colaborador quanto à sequência lógica de observação e operação necessária para realizar qualquer atividade, garantindo uma padronização no processo e reduzindo riscos de erro.

Por fim, as letras “A” e “B” foram incluídas com o intuito de ajudar o colaborador a identificar a qual sistema hidráulico pertencem os registros e componentes. Mesmo quando apenas uma bomba está em funcionamento (sistema “A”), o sistema ainda compartilha componentes do sistema “B”, como é o caso do “registro 4B”. Essa distinção torna-se essencial para a execução correta e segura das tarefas, mesmo em situações em que apenas parte do sistema está ativa.

Com o intuito de auxiliar a compreensão do Poka Yoke foi sugerido a utilização de uma legenda para que o colaborador tenha acesso sempre que houver a necessidade de se orientar e pode ser observado através do Quadro 2.

Quadro 2 – Sugestão de legenda

Identificação	Função
1A/1B	Alimentação do sistema.
2A/2B	Saída de água para os lotes (fecham-se para alimentar a caixa d'água).
3A/3B	Alimentação da caixa d'água.
4A/4B	Retorno de água composta para o sistema.
5A/5B	Retorno para linha de recalque. Fica sempre aberto com regulagem fixada para o controle de pressão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Segundo Agarwal (2025), uso do Poka-Yoke pode ser complementado pelo procedimento operacional padrão. Nesse sentido, criou-se um POP para ser usado juntamente com a legenda que pode ser visualizado através do Quadro 3.



Quadro 3 – Sugestão de POP

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO		
Código POP: 01	Revisão: 01	Frequência: diária
Tarefa: irrigação/fertirrigação	Sector: casa de irrigação 1	Responsável:
Objetivo: auxiliar o colaborador na utilização correta do sistema hidráulico e seus componentes.		
<p>Procedimentos:</p> <p>1. Verificar EPIs e Ferramentas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificar-se do uso de botas, luvas, óculos e máscara se for manusear insumos. • Certificar-se da disponibilidade de condutivímetro, vassouras, pá, balança, baldes e cabos de madeira. <p>2. Verificar sistemas a serem operados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar quais sistemas serão operados “A” ou “B” ou ambos. • Abra os registros 1 e 2 e deixe os demais fechados, (não altere o registro 5). • Acione a bomba pertinente ao sistema “A” ou “B” ou ambos. <p>3. Verificar necessidade de fazer fertirrigação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se não, mantenha os registros 1 e 2 abertos e deixe os demais fechados, (não altere o registro 5). • Se sim, siga o próximo item desse procedimento. <p>4. Fazer fertirrigação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar a disponibilidade de insumo. • Alimentar a caixa d’água mantendo os registros 1 e 3 abertos e os demais fechados, (não altere o registro 5). • Esperar a caixa encher e desligar a bomba em seguida. • Dosar a quantidade programada de insumo na balança e adicionar na caixa. • Dissolver o insumo na caixa com o auxílio do cabo de madeira. • Abrir o registro 2 e acionar a bomba em seguida. • Abrir o registro 4 gradativamente e medir a concentração na saída do registro 3 até o ponto desejado, (fazer correção de insumo caso necessário). • Fechar o registro 3. <p>5. Finalizar atividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deixar o registro 1, 2, 3 e 4 fechados, (não altere o registro 5). • Recolher e limpar resíduos. 		

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).



Conforme ilustrado no Quadro 3, o POP foi desenvolvido de forma simples e objetiva, com o propósito de facilitar a execução da tarefa pelo colaborador. Um aspecto relevante a ser destacado é o uso do registro 5, responsável pelo controle da pressão do sistema. Por se tratar de um ponto crítico da operação, sua regulagem é feita exclusivamente pelo gerente, como forma de mitigar riscos operacionais até que o colaborador esteja completamente habituado ao funcionamento do sistema.

Além disso, tanto o POP quanto o Poka Yoke foram apresentados ao gerente geral e ao dono do viveiro, que validaram as sugestões. Cabe destacar que o POP pode ser ajustado conforme as necessidades operacionais do viveiro, sendo flexível a mudanças como alterações de infraestrutura, introdução de novos equipamentos, mudanças na rotina de trabalho e em operações semelhantes que utilizem o mesmo sistema hidráulico.

No caso específico do Poka Yoke, sua lógica de aplicação também viabiliza futuras adaptações. Um exemplo seria a expansão do sistema de fertirrigação para uma terceira saída, o que pode ser feito com facilidade a partir da criação de um novo sistema “C”, seguindo a mesma lógica proposta.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que o trabalho alcançou seu objetivo por meio do mapeamento do processo e da identificação de oportunidades de melhoria nas atividades analisadas, respondendo à questão de pesquisa levantada. Nesse sentido, o mapeamento de processos revelou-se fundamental para proporcionar uma visão sistêmica das atividades, evidenciando como cada uma delas impacta diretamente na qualidade final das mudas.

A partir da análise realizada, identificou-se a necessidade de propor soluções que aumentassem a eficiência da tarefa de fertirrigação, atividade de grande relevância no processo produtivo. Para isso, foi proposta a combinação das ferramentas Poka-Yoke e Procedimento Operacional Padrão (POP), com o objetivo de auxiliar o colaborador responsável pela execução dessa tarefa.

Vale ressaltar que as melhorias propostas neste trabalho não se limitam ao escopo do processo analisado. Mesmo com o início da produção própria, tanto o PokaYoke quanto o POP poderão ser aplicados, visto que os sistemas hidráulicos destinados aos setores que ainda não estão em funcionamento seguem a mesma lógica daqueles onde as ferramentas foram

sugeridas. Além disso, destaca-se que as ferramentas propostas não apenas visam aumentar a eficiência da tarefa de fertirrigação, como também podem ser utilizadas no treinamento de novos colaboradores, especialmente quando o viveiro for expandido e houver aumento na demanda por mão de obra nessa etapa do processo.

Dessa forma, considera-se que o objetivo deste estudo foi alcançado, reforçando a importância do mapeamento de processos como ferramenta de gestão e melhoria contínua. Recomenda-se, portanto, que futuras investigações sejam direcionadas a outras áreas e atividades do viveiro, pois, por se tratar de uma empresa recente, o ambiente se mostra propício a novas pesquisas com foco em diferentes setores.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, Nikhil. **How SOPs can help adopt Poka-Yoke**: application of Poka-Yoke via SOPs. Business Process Xperts, 2025. Disponível em: <https://businessprocessxperts.com/how-sops-can-help-adopt-poka-yoke/>. Acesso em: 20 de mar. 2025.
- BARBARÁ, Saulo. **Gestão por processos**: fundamentos, técnicas e modelos de implementação: foco no sistema de gestão da qualidade com base na ISO 9000:2000. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.
- CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler *et al.* Produção de mudas. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. Editora Ufsm, Santa Maria, RS, p. 47-80, 2016.
- CAMPOS, A. L. N. **Modelagem de processos com BPMN**. 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2014. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 19 abr. 2025.
- CHING, Hong Y. **Administração da produção e operações, uma abordagem inovadora com desafios práticos**. São Paulo: Empreende, 2019. E-book. pág.29. ISBN 9788566103199. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788566103199/>. Acesso em: 20 mar. 2025.
- CRUZ, Tadeu. **Processos Organizacionais e Métodos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2021. E-book. p.108. ISBN 9788597027488. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597027488/>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- DRUMOND, M., A.; OLIVEIRA, V., R.; RIBASKI, J. **Eucalipto no Semiárido brasileiro**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Semiárido Petrolina, PE. Dezembro, 2016.
- FERNANDES, Luciano de Sene. **Levantamento de fungos em mudas produzidas em viveiro florestal**. 2011.

FERREIRA, Marcelo Bellon. **Métodos ágeis e melhoria de processos**. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FRANCO, Mariana Pires; BARREIRA, Sybelle. A cadeia produtiva da celulose no Brasil. **Estudos em agronegócio: participação brasileira nas cadeias produtivas**, v. 5, p. 149-172, 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual 2024**. Brasília, DF: Ibá, 2024. Disponível em: <https://iba.org/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 01 abr 2025.

MATOS, Roselane Biangaman de. **Planejamento da qualidade para o processo de produção de mudas clonais de eucalipto**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-25022010-160151/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, p. 216-229, 2007.

NOGUEIRA, Ronaldo Dias. **Produção de mudas clonais de eucalipto nos sistemas Ellepots e tubetes associada ao AIB**. 2023. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2023.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Business Process Model and Notation (BPMN) – Versão 2.0**: Especificação formal. Dezembro 2010. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>. Acesso em: 29 abr. 2025.

RESENDE, Rafael Tassinari; OLIVEIRA, Aluizio Borém de; LEITE, Helio Garcia (org.). **Eucalipto: do plantio à colheita**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2022. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVA, Laryssa Cavalheiro *et al.* Alternagem de mudas de eucalipto em viveiro florestal: um estudo de tempos e métodos. In: **VIII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica**. 2019.

SLACK, Nigel; CÂMARAS, Stuart; JOHNSTON, Robert; e outros. **Gerenciamento de operações e processos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788565837934/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. **Notação BPMN**. Ouro Preto: Pró-Reitoria de Orçamento, Planejamento e Administração, Coordenadoria de Processos e Projetos Organizacionais, abr. 2020. Disponível em: https://sites.ufop.br/sites/default/files/escritoriodeprocessos/files/notacao_bpmn.pdf. Acesso em: 5 maio 2025.

VALLE, Rogério; OLIVEIRA, Saulo Barbará de. **Análise e modelagem de processos de negócio: foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. Rio de Janeiro: Atlas, 2013. E-book. pág.77. ISBN 9788522479917. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788522479917/>. Acesso em: 19 abr. 2025.



VALVERDE, Sebastião Renato; MAFRA, Josiane Wendt Antunes; MIRANDA, Marcos Antônio da; SOUZA, Cássia Silva; VASCONCELOS, Diego Campos. **Silvicultura brasileira: oportunidades e desafios da economia verde.** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2012.

WENDLING, Ivar; DUTRA, Leonardo Ferreira (eds.). **Produção de mudas de eucalipto.** 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 526 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1085199>. Acesso em: 01 abr 2025.

WILDAUER, Egon Walter; WILDAUER, Laila Del Bem Seleme. **Mapeamento de processos: conceitos, técnicas e ferramentas.** Curitiba: Intersaberes, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 20 mar. 2025.