

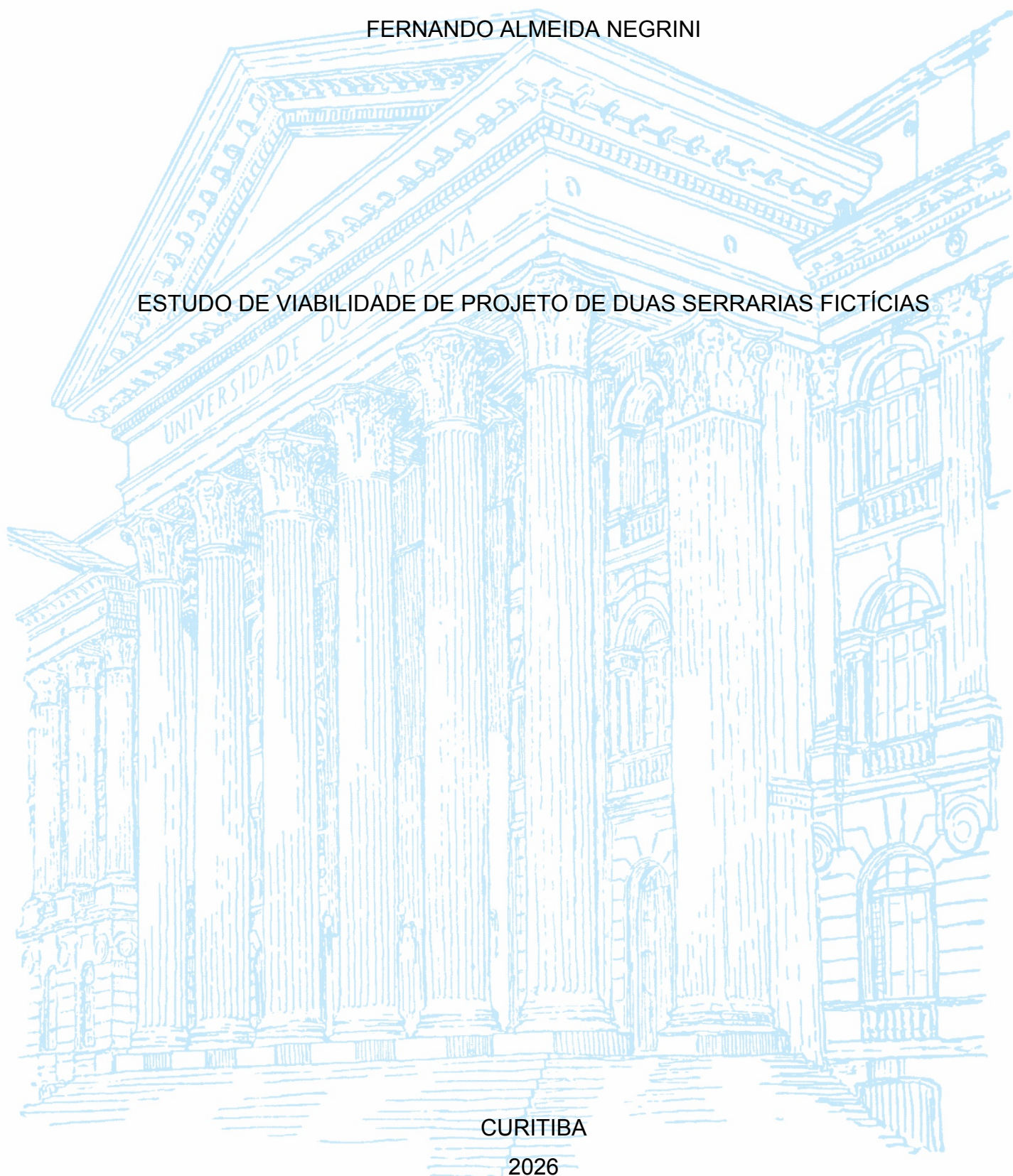
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO ALMEIDA NEGRINI

ESTUDO DE VIABILIDADE DE PROJETO DE DUAS SERRARIAS FICTÍCIAS

CURITIBA

2026



FERNANDO ALMEIDA NEGRINI

ESTUDO DE VIABILIDADE DE PROJETO DE DUAS SERRARIAS FICTÍCIAS

Curso de Graduação em Engenharia Industrial
Madeira, Setor de Agrárias, Universidade
Federal do Paraná, como requisito da disciplina
AT095 Serrarias e Beneficiamento da Madeira.

Prof. Dr. Thiago Campos Monteiro.

CURITIBA

2026

RESUMO

Neste estudo aborda-se a elaboração técnica e estratégica de dois projetos de indústrias de processamento de madeira, avaliando suas viabilidades sob diferentes escalas de investimento e atuação de mercado. A abordagem na pesquisa contemplou o planejamento de uma unidade de pequeno porte (Projeto A), alocada na região histórica do Contestado (General Carneiro-PR), focada no aproveitamento de madeira de *Pinus spp.* para atendimento da demanda local da construção civil e setor de embalagens. Em paralelo, desenvolveu-se a estruturação de uma planta industrial de grande escala (Projeto B) no Noroeste do Pacífico (EUA/Canadá), fundamentada na automação extrema, processamento de madeira de *Douglas-fir*, exportação e na filosofia de indústria zero resíduo. Os dados projetados abrangeram organização de layout fabril, fluxogramas de desdobro, dimensionamento de mão de obra, além da estruturação de custos operacionais e receitas. A análise demonstrou a viabilidade econômica de ambos os modelos, evidenciando o rápido retorno para a serraria regional e o alto potencial lucrativo atrelado ao mercado internacional na unidade industrial automatizada, ressaltando as adequações tecnológicas para cada nicho.

Palavras-chave: Projetos industriais; processamento de madeira; viabilidade econômica; indústria zero resíduo.

1 PROJETO A – SERRARIA DE PEQUENO PORTE	5
1.1 DETALHAMENTO TÉCNICO.....	5
1.1.1 Localização	5
1.1.2 Matéria-prima	6
1.1.3 Processo Produtivo	7
1.1.4 Máquinas e Equipamentos	7
1.1.5 Mão de Obra	9
1.1.6 Aspectos Ambientais.....	10
1.1.7 Layout e Espaço.....	10
1.1.8 Produtos e Mercado.....	13
1.1.9 Análise Econômica Estimada.....	13
1.1.10 Conclusão	15
2 PROJETO B – SERRARIA DE GRANDE PORTE	16
2.1 DETALHAMENTO TÉCNICO.....	16
2.1.1 Localização	16
2.1.2 Matéria-prima	16
2.1.3 Processo Produtivo	17
2.1.4 Máquinas e Equipamentos.....	17
2.1.5 Mão de Obra	18
2.1.6 Aspectos Ambientais.....	19
2.1.7 Layout e Espaço.....	19
2.1.8 Produtos e Mercado.....	21
2.1.9 Análise Econômica Estimada.....	22
2.1.10 Conclusão	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 PROJETO A – SERRARIA DE PEQUENO PORTE

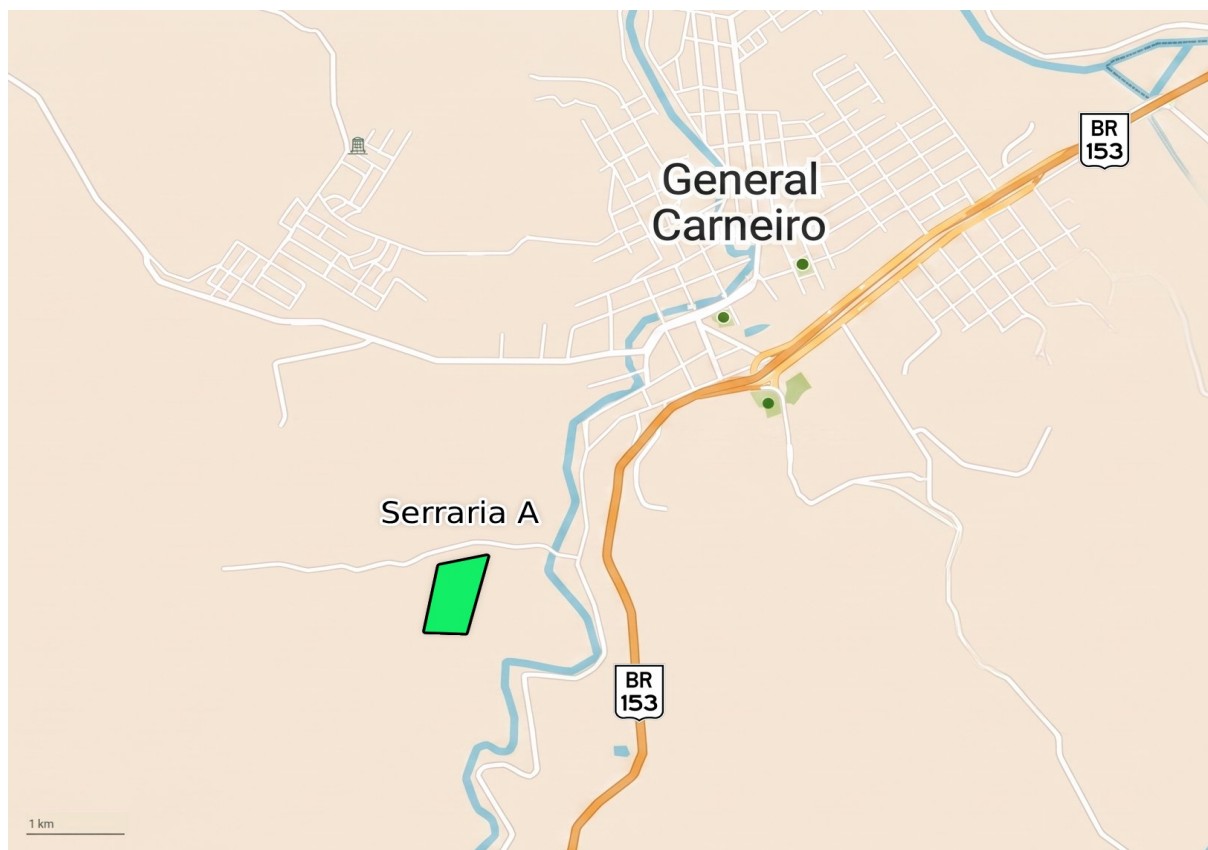
O projeto A se caracteriza por ser uma pequena empresa de gestão familiar, focada na produção regional de madeira serrada para construção civil e embalagens, com objetivo de estabelecer uma unidade de desdobro de baixo a médio investimento, priorizando o atendimento da demanda local, dada pela crescente demanda regional por pallets e madeira serrada estrutural (como vigas, caibros e ripas) para obras civis de pequeno porte, que apresenta uma oportunidade de negócio com rápido retorno e baixo risco inicial.

1.1 DETALHAMENTO TÉCNICO

1.1.1 Localização

A unidade industrial localiza-se no município de General Carneiro (PR), inserida historicamente na região do Contestado. Esta área consolidou-se como um polo fundamental de silvicultura e processamento mecânico da madeira, com uma trajetória econômica enraizada na ocupação territorial e na exploração florestal da região sul paranaense, conforme discutido por Wachowicz (1985). Além da farta disponibilidade do recurso natural, a unidade industrial é favorecida por sua infraestrutura logística, sendo cortada pela BR-153 e com fácil acesso à BR-280. Esse entroncamento rodoviário permite uma operação ágil para o recebimento da madeira bruta em caminhões bitrem e facilita o despacho dos produtos acabados para um mercado consumidor diversificado, composto por construtoras locais, fábricas de móveis rústicos e empresas de embalagens, além do escoamento de subprodutos como a biomassa. Essa dinâmica reduz os custos com frete, consolidando a viabilidade econômica e operacional do projeto.

FIGURA 1 – Localização da serraria

FONTE: OpenStreetMap¹

1.1.2 Matéria-prima

A matéria-prima selecionada para a serraria tem origem em áreas de plantios florestais, com ênfase no processamento de madeira de *Pinus spp.*, conforme dados do Anuário da Indústria Brasileira de Árvores (Ibá, 2025). O suprimento será composto por toras com diâmetros variando entre 15 cm e 25 cm e comprimento padrão de 2,5 metros, caracterizando-se por uma qualidade de madeira com nós toleráveis, perfeitamente adequada ao foco produtivo da unidade. Devido aos abundantes maciços florestais da região, o projeto conta com uma alta disponibilidade desse material de forma contínua ao longo de todo o ano, operando com um custo estimado competitivo de R\$ 180,00 por metro cúbico para a tora já posta no pátio da empresa.

¹

1.1.3 Processo Produtivo

O processo produtivo da serraria segue um fluxo sequencial e organizado que abrange o recebimento da matéria-prima, a estocagem no pátio, o desdobro principal, o destopamento, a secagem, a classificação visual e, por fim, o armazenamento dos produtos. Nas etapas operacionais de desdobro, a dinâmica inicia-se com a fixação e o avanço da tora por meio de um carro porta-tora, que a direciona para o corte principal realizado na serra de fita simples. Esse procedimento é imediatamente seguido pelo refilo e pelo corte transversal para o adequado ajuste de comprimento das peças. Após o corte, a madeira serrada é submetida à etapa de secagem (conduzida em uma estufa convencional de pequeno porte), visando a redução do teor de umidade e a garantia da estabilidade dimensional.

Para otimizar essa operação, emprega-se o método de desdobro em blocos, que maximiza a extração das peças centrais estruturais e permite o aproveitamento lateral das costaneiras, garantindo um rendimento volumétrico médio de 50% no processamento das toras. Dessa forma, para alcançar a capacidade produtiva estabelecida de 15 m³ de madeira serrada por dia, a serraria demanda o processamento diário de aproximadamente 30 m³ de matéria-prima. Esse dimensionamento reflete diretamente na logística da unidade: o abastecimento do pátio requer o recebimento de cerca de quatro caminhões bitrem florestais (capacidade média de 45 m³) por semana. Por outro lado, o escoamento dos produtos acabados é otimizado, sendo atendido pela saída diária de um caminhão trucado (capacidade em torno de 15 m³), garantindo o fluxo contínuo de entregas para o mercado regional.

1.1.4 Máquinas e Equipamentos

O dimensionamento do maquinário buscou o equilíbrio entre custo de investimento e capacidade mecânica para o processamento de toras. O arranjo tecnológico utiliza equipamentos de operação manual e semi-automatizada, adequando-se à produção de 15 m³ de madeira serrada por dia.

TABELA 1: Maquinário Serraria A

Equipamento	Função	Automação
Trator agrícola com garfo florestal	Descarregamento de toras, organização do pátio e abastecimento da linha	Manual (Operado)
Carro porta-tora	Fixação, posicionamento e avanço da tora em direção à serra	Manual / Semi-automatizado
Serra de Fita Simples (Volante 80cm)	Desdobro primário da tora (geração de blocos e costaneiras)	Manual / Semi-automatizado
Mesas de Roletes (Livres/Gravitacionais)	Transporte interprocessos de blocos, tábuas e costaneiras entre as serras	Manual / Gravitacional
Serra Refiladeira	Corte longitudinal das bordas para retirada de costaneiras e cascas (esquadro)	Manual / Semi-automatizado
Serra Circular Destopadeira	Corte transversal, esquadrejamento e ajuste final de comprimento das peças	Manual
Afiatriz de Serras	Afiação, travamento e manutenção periódica das lâminas de serra de fita	Semi-automatizado
Exaustor de Serragem	Coleta de resíduos particulados gerados no corte	Automatizado
Estufa convencional de pequeno porte	Redução e controle do teor de umidade da madeira serrada	Manual / Semi-automatizado
Empilhadeira (padrão ou todo-terreno)	Movimentação de pacotes de madeira, organização do estoque e expedição	Manual (Operado)

FONTE: O Autor (2026)

A linha de desdobro inicia-se com a serra de fita acoplada ao carro porta-tora, que executa o corte primário. O deslocamento das peças entre as etapas ocorre por mesas de roletes, direcionando o material para a serra refiladeira, responsável pela remoção longitudinal de bordas e costaneiras. Na sequência, a serra circular destopadeira realiza o esquadrejamento e o ajuste transversal de comprimento das peças.

O projeto integra uma afiatrix de serras na oficina de manutenção para evitar paradas de produção por perda de corte. A área principal possui sistema de exaustão automatizado para captação de serragem. Por fim, a madeira classificada é destinada à estufa convencional para controle do teor de umidade, encerrando o ciclo produtivo da unidade.

1.1.5 Mão de Obra

Para atender o fluxo contínuo de 15 m³/dia e agregar valor com a secagem, o quadro de funcionários foi adequado para 8 colaboradores, dividindo as responsabilidades de movimentação, operação e controle de qualidade.

TABELA 2: Colaboradores Serraria A

Função	Qualificação	Número de Empregados	Custo Mensal Unitário (com encargos)
Operador de Serra de Fita	Técnica / Experiência prática	1	R\$ 4.500,00
Operador de Máquinas	CNH específica / Experiência em pátio	1	R\$ 4.000,00
Operador de Caldeira e Estufa	Curso de Operador de Caldeira (NR-13)	1	R\$ 4.000,00
Classificador e Expedição	Treinamento em classificação visual	1	R\$ 3.500,00
Ajudantes Gerais	Básica (apoio ao desdobro e empilhamento)	3	R\$ 3.000,00
Gerente Administrativo/Comercial	Médio / Técnico	1	R\$ 5.000,00
TOTAL		8	R\$ 30.000,00

FONTE: O Autor (2026)

1.1.6 Aspectos Ambientais

Com a adição da estufa e, conseqüentemente, da caldeira para geração de vapor e calor, torna-se essencial incluir o controle de emissões no escopo do licenciamento e das medidas de mitigação. Dessa forma, a unidade operará amparada por uma Licença Ambiental Simplificada (LAS) emitida pelo Instituto Água e Terra (IAT), que contemplará a operação térmica. No que tange à gestão de resíduos, a serragem gerada no processo será captada por exaustão e, juntamente com as cascas e costaneiras, reaproveitada prioritariamente como biomassa para alimentar a caldeira da própria estufa. O volume excedente desse material será armazenado de forma segura em baias secas e, posteriormente, destinado à venda para indústrias locais e granjas da região. Complementarmente, será realizada aspersão de água no pátio em dias secos para evitar a suspensão de poeira e o plantio de uma cortina arbórea em todo o perímetro da instalação.

1.1.7 Layout e Espaço

O layout da serraria foi planejado para ser implantado em uma propriedade rural com área total de cerca de 76.000 m². No entanto, para manter o caráter de baixo investimento e operação enxuta, a área industrial útil ocupa apenas cerca de 5.000 m², dos quais 1.200 m² correspondem aos galpões e áreas cobertas.

O extenso espaço remanescente do terreno visa garantir área para futura expansão ou plantio próprio. O fluxo de produção obedece a um arranjo físico linear em "I" (ROCHA, 2002). A organização espacial inicia-se por um amplo pátio de toras descoberto, dimensionado para o fluxo de caminhões bitrem e manobras do trator com garfo florestal. No centro da planta localiza-se o galpão principal de produção (abrigoando a linha de desdobro e destopamento). Imediatamente na sequência, posicionam-se a estufa convencional e a casa da caldeira, estrategicamente ladeadas pelas baias isoladas de resíduos. Na extremidade oposta do fluxo fica o galpão coberto de armazenamento de produtos secos, com pátio anexo dimensionado para o carregamento ágil do caminhão truck de expedição diária. Toda a logística interna entre esses setores é operada mecanicamente pelo trator ou empilhadeira todo-terreno.

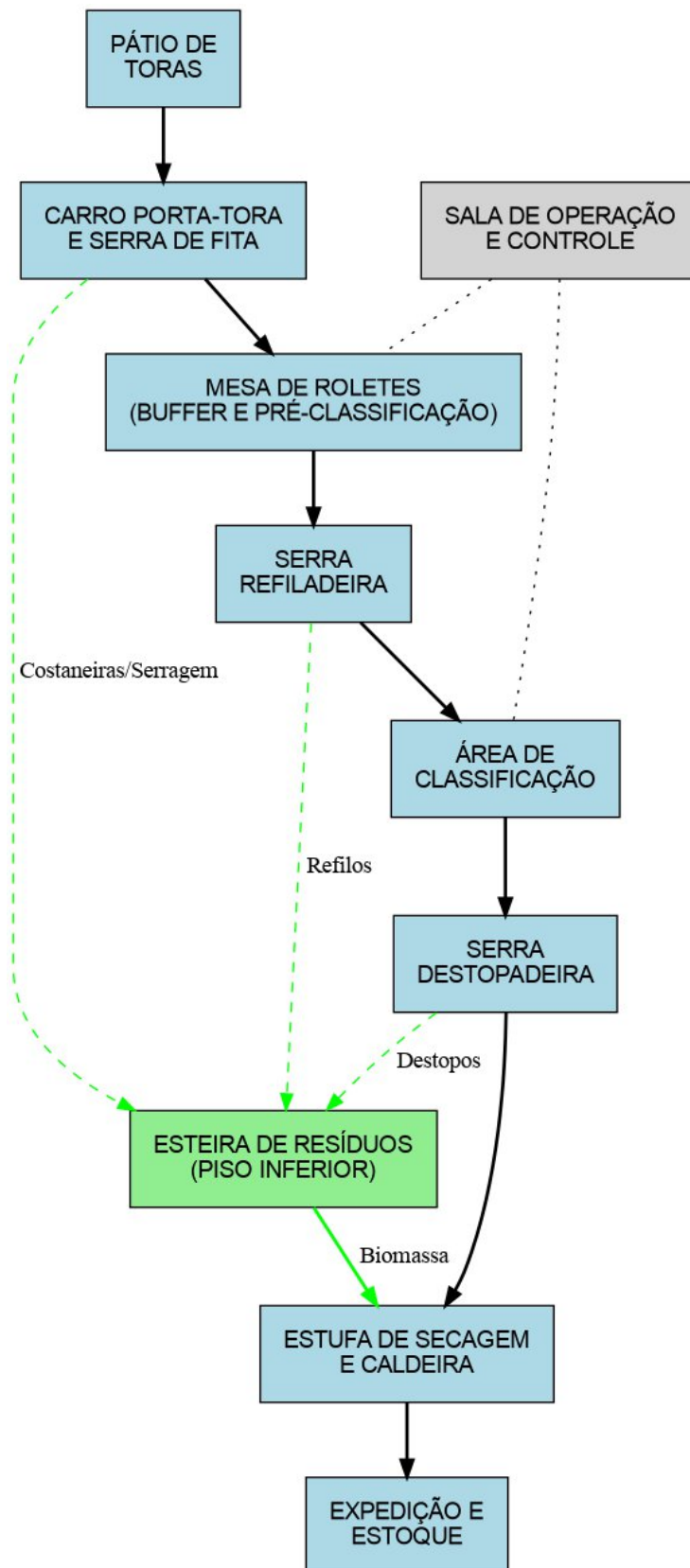
FIGURA 2 – Mapa do terreno e área disponível

FONTE: Google Maps²

Para garantir a escalabilidade da unidade produtiva, o layout reserva um espaço operacional estratégico entre a serra retilínea e a serra circular destopadeira, dimensionado para futuras ampliações. Este setor foi planejado para a integração de uma plaina de quatro faces, equipamento que elevará o valor comercial do produto final ao possibilitar a oferta de peças aparelhadas, com dimensões precisas e acabamento superficial refinado.

Adicionalmente, o projeto prevê a alocação de uma serra circular múltipla para esta fase de expansão, caso o volume de demanda exija a otimização do desdobro secundário e o aumento na velocidade de produção de tábuas e sarrafos. Esta reserva de espaço antecipa a transição de um modelo voltado apenas para construção civil bruta para um patamar de maior agregação de valor, mantendo a continuidade do fluxo produtivo e respeitando a lógica de arranjo físico em "I".

FIGURA 3 – Layout da Serraria A



FONTE: O autor (2026) a partir de script em linguagem Python utilizando a biblioteca Graphviz.

O arranjo físico da Serraria A foi concebido sob um modelo linear flexível, característico de operações de pequeno porte que mesclam processamento mecânico e intervenção manual. O fluxo de desdobro avança do Pátio de Toras para a Serra de Fita primária, utilizando Mesas de Roletes como áreas de *buffer* (pulmão) e pré-classificação. Essa estrutura permite a distribuição cadenciada das peças para o processamento secundário na Serra Refiladeira e, posteriormente, para a Serra Destopadeira. O controle de qualidade é realizado por operadores na Área de Classificação antes do envio do material para a Estufa de Secagem. Um diferencial de sustentabilidade operacional deste layout é a segregação espacial dos resíduos: costaneiras, refilos e destopos são direcionados por gravidade a uma esteira no piso inferior, que conduz a biomassa diretamente para a alimentação da caldeira, garantindo a autossuficiência térmica da unidade.

1.1.8 Produtos e Mercado

A produção foca em peças de madeira serrada bruta, abrangendo tábuas, caibros e sarrafos. O portfólio atende madeireiras de varejo, construtoras locais e indústrias de embalagens, sendo aplicado em tapumes, fôrmas para concreto e estruturas de pallets. A concorrência é composta por serrarias familiares instaladas no sul do Paraná, exigindo que a unidade mantenha custos operacionais enxutos e qualidade dimensional constante. A inclusão da serra refiladeira garante que as peças saiam com bordas esquadrejadas, eliminando irregularidades, enquanto a serra destopadeira assegura o comprimento preciso exigido pelos contratos de fornecimento, agregando confiabilidade ao produto final frente aos concorrentes que operam sem esse nível de ajuste.

1.1.9 Análise Econômica Estimada

TABELA 3: Estimativas Econômicas Serraria A

Item	Valor Estimado
Investimento inicial (Galpão + Máquinas)	R\$ 485.000,00
Custos operacionais (mensais)	R\$ 92.000,00
Receita estimada (mensal)	R\$ 130.000,00
Lucro líquido estimado(mensal)	R\$ 38.000,00
<i>Payback</i> (Tempo de retorno)	16 a 20 meses

FONTE: O autor (2026)

A estruturação financeira do Projeto A reflete a essência de uma operação enxuta, pautada no baixo risco e focada em resultados consistentes de curto e médio prazo. O investimento inicial, estimado em R\$ 485.000,00, concentra-se na infraestrutura básica dos galpões e na aquisição de maquinário essencial para o desdobro, refilamento e secagem. Por se tratar de tecnologia mecânica e semi-automatizada, o custo de imobilizado é mantido em patamares acessíveis.

Os custos operacionais estão projetados em R\$ 92.000,00 mensais, englobando a compra contínua de toras de pinus, consumo de energia elétrica, manutenções periódicas e uma folha de pagamento otimizada para o quadro reduzido de oito colaboradores. Em contrapartida, a receita estimada alcança R\$ 130.000,00 ao mês. Esse faturamento é sustentado pelo escoamento ágil da produção principal (peças para a construção civil e setor de embalagens) e complementado pela comercialização estratégica do excedente de biomassa gerado no processo.

A dinâmica entre as despesas controladas e a alta demanda regional resulta em um lucro líquido projetado de R\$ 38.000,00 mensais. O principal indicador de viabilidade deste modelo é o seu *payback* acelerado, estipulado entre 16 e 20 meses. Essa rápida recuperação do capital investido confere grande resiliência ao negócio, permitindo que a unidade alcance seu ponto de equilíbrio rapidamente e possua margem de segurança para financiar as futuras expansões tecnológicas previstas no layout.

1.1.10 Conclusão

A estratégia de processamento, centrada na utilização de maquinário específico para refilamento e destopamento, eleva a qualidade do produto final, permitindo o acesso a mercados mais exigentes do que o de madeira bruta convencional. O aporte adicional em uma expansão futura com máquinas de acabamento como a plaina compensaria parte do custo imobilizado inicial, proporcionaria uma margem operacional razoável, tornando o negócio resiliente perante a concorrência local. O sucesso da unidade depende estritamente da gestão eficiente das parcerias comerciais e da manutenção preventiva das lâminas, garantindo a continuidade do fluxo produtivo. Embora o risco de oscilação no preço das toras persista, a capacidade de gerar subprodutos como biomassa estabiliza o fluxo de caixa, consolidando o projeto como um investimento atrativo para a região de General Carneiro.

2 PROJETO B – SERRARIA DE GRANDE PORTE

O Projeto B caracteriza-se como uma Sociedade Anônima de grande escala, operando como uma serraria extremamente automatizada. Diferente do modelo regional, esta unidade fundamenta-se na filosofia de manufatura avançada e no conceito de indústria zero resíduo. O foco é o processamento massivo de toras para abastecer o mercado internacional e o robusto setor de construção civil estrutural, utilizando tecnologias de ponta, como escaneamento 3D e Inteligência Artificial (IA), justificando os altos investimentos iniciais através da extrema economia de escala.

2.1 DETALHAMENTO TÉCNICO

2.1.1 Localização

A instalação da planta industrial no Noroeste do Pacífico (EUA/Canadá) é estratégica, por se tratar da região considerada a terra dos "gigantes do setor". Günther Jauk (2021) documenta que as maiores serrarias do mundo continuam crescendo em capacidade produtiva nestes locais. Essa macrorregião oferece um volume altamente concentrado de florestas comerciais, além de infraestrutura logística intermodal avançada (portos de águas profundas e ferrovias transcontinentais), viabilizando o fluxo massivo de matéria-prima e o escoamento rápido da produção.

2.1.2 Matéria-prima

A base de suprimento foca em coníferas de grande diâmetro e alto desempenho mecânico, com ênfase no processamento do Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*). Para viabilizar financeiramente os milhões de dólares investidos em scanners 3D e IA, a serraria exige um fluxo massivo e ininterrupto dessa matéria-prima. O Noroeste do Pacífico suporta essa demanda operando com contratos de concessão florestal de longo prazo, garantindo que as linhas de alta velocidade nunca operem com ociosidade.

2.1.3 Processo Produtivo

O fluxo de produção substitui a operação humana direta por sistemas cibernéticos. As toras passam por descascadores de anel rotativo e entram em escâneres 3D que mapeiam a geometria de cada peça. Algoritmos de Inteligência Artificial definem, em milissegundos, o padrão de corte para maximizar a extração de madeira limpa. O desdobro primário e secundário é executado por *chipper-canthers* (perfiladores) e serras de fita *quad-band* a velocidades superiores a 150 m/min. O destopamento é otimizado automaticamente por leitura óptica de defeitos, seguido por secagem em estufas contínuas de alto rendimento e classificação assistida por visão computacional.

2.1.4 Máquinas e Equipamentos

O arranjo tecnológico reflete o estado da arte do processamento mecânico da madeira, com foco total em automação e integração de dados de produção.

TABELA 4: Maquinário Serraria B

Equipamento	Função	Automação
Portal Rolante Florestal (<i>Crane</i>)	Descarregamento massivo e alimentação contínua das torilhas	Semi-automatizado
Descascador de Anel Rotativo	Remoção limpa de casca em alta velocidade	Automatizado
Escâner 3D e Otimizador com IA	Leitura geométrica da tora e decisão do padrão de corte ótimo	Automatizado
Perfiladores e Linha <i>Quad-Band</i>	Desdobro primário contínuo sem retorno de peças	Automatizado
Serras Múltiplas Otimizadas	Desdobro secundário guiado por análise de <i>software</i>	Automatizado
Destopadeira Otimizadora (Scanner)	Leitura de defeitos, nós e corte transversal de precisão	Automatizado
Estufas de Secagem Contínua	Redução drástica do teor de umidade em fluxo ininterrupto	Automatizado
Escâner de Classificação Visual	Teste mecânico e inspeção de qualidade final das peças	Automatizado
Sistema de Coleta Pneumática	Captura integral de biomassa para o ciclo zero resíduo	Automatizado
Empacotadora e Cintadora Robótica	Formação dos pacotes, aplicação de filme e cintagem	Automatizado

FONTE: O Autor (2026)

2.1.5 Mão de Obra

O quadro de funcionários é dimensionado para garantir a operação ininterrupta da planta em regime de dois turnos de produção e um turno noturno focado em manutenção preventiva. Os custos refletem a média salarial do setor industrial no Noroeste do Pacífico convertidos para a moeda brasileira (BRL), evidenciando a alta valorização da mão de obra técnica especializada em automação e afiação.

TABELA 5: Colaboradores Serraria B

Função	Qualificação	Número de Empregados	Custo Mensal Unitário Estimado (BRL)	Custo Mensal Total Estimado (BRL)
Gerência Geral de Planta	Engenharia / MBA	1	R\$ 60.000,00	R\$ 60.000,00
Engenheiro de Processos / IA	Superior em Mecatrônica / Dados	2	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00
Operador de Sala de Controle (IHM)	Técnico em Automação (Desdobro e Estufa)	8	R\$ 22.000,00	R\$ 176.000,00
Técnico de Afiação	Especialização em Metalurgia / Ferramentas	4	R\$ 35.000,00	R\$ 140.000,00
Manutenção Eletricistas	Eletrotécnica / Manutenção Industrial	12	R\$ 28.000,00	R\$ 336.000,00
Operador de Logística (Pátio/Guindastes)	Certificação em Equipamentos Pesados	8	R\$ 18.000,00	R\$ 144.000,00
Apoio Geral / Limpeza Industrial	Básica (Apoio à gestão de resíduos)	6	R\$ 12.000,00	R\$ 72.000,00
TOTAL		41		R\$ 1.008.000,00

FONTE: O Autor (2026)

Embora o contingente de 41 pessoas seja baixo para o volume colossal de madeira processada, o custo da folha de pagamento ultrapassa R\$ 1 milhão mensal devido ao nível de especialização técnica exigido pelos equipamentos e pela paridade cambial.

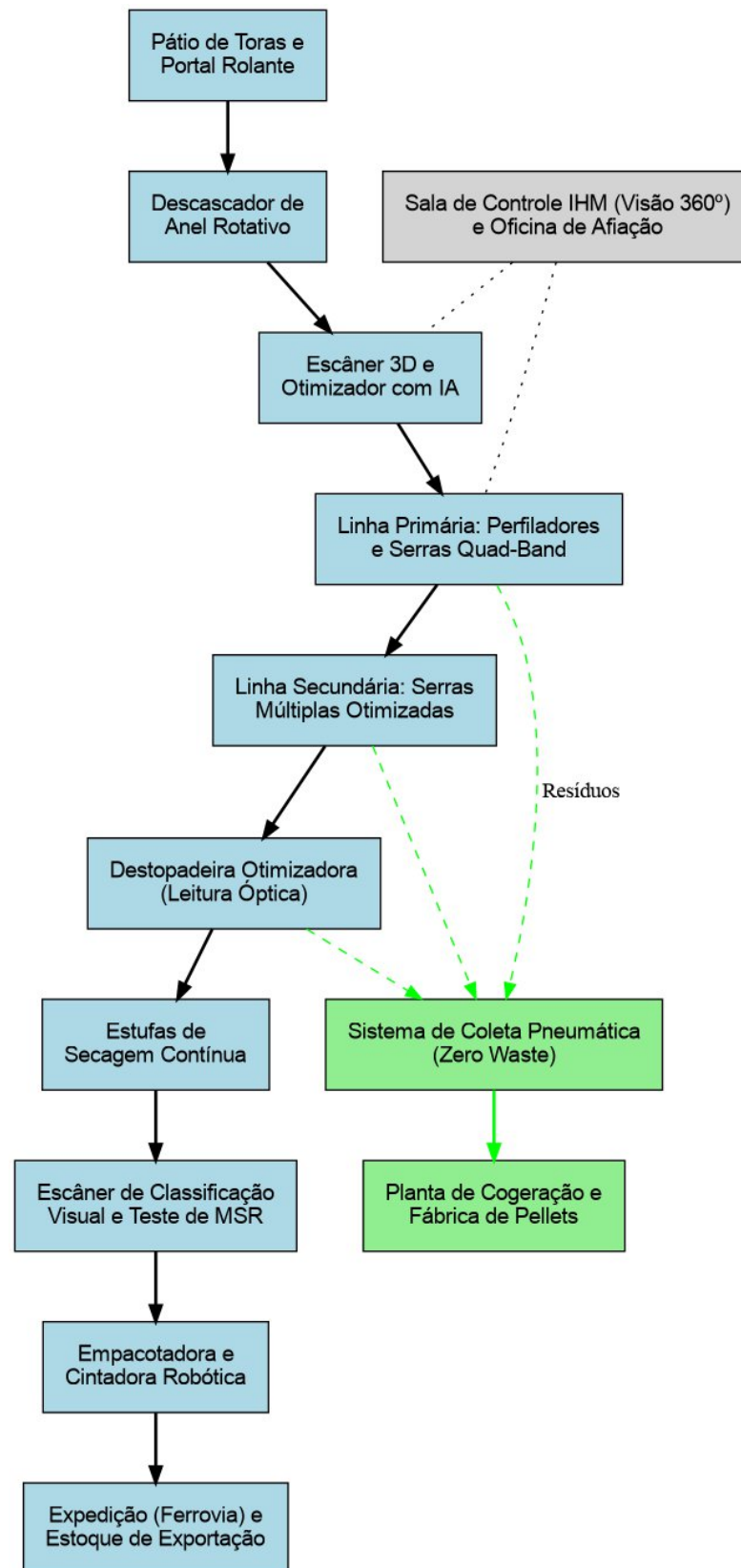
2.1.6 Aspectos Ambientais

Para a automação ser verdadeiramente sustentável em escala global, a serraria atinge o preceito de resíduo zero na manufatura (SINGH; RAMAKRISHNA; GUPTA, 2017). Assim como a Metsä Fibre (2024) realiza em operações de ciclo fechado, esta unidade norte-americana direciona 100% dos seus coprodutos (cascas, maravalha e serragem fina) para mercados locais maduros de biocombustíveis. O que não é transformado em pellets para exportação, alimenta a planta de cogeração anexa que produz energia térmica (para as estufas) e energia elétrica, gerando créditos de carbono em um ambiente de forte pressão regulatória.

2.1.7 Layout e Espaço

A implantação demanda uma área industrial maciça, superior a 150.000 m². O arranjo físico prioriza linhas retas extremamente longas, eliminando gargalos de movimentação transversal. O galpão central é totalmente enclausurado para segurança e contenção de ruído, com os operadores alocados em salas de controle suspensas e climatizadas com visão 360°. Externamente, as áreas conectam-se diretamente a ramais ferroviários e infraestrutura para carregamento logístico de alta vazão.

FIGURA 4 – Layout da Serraria B



FONTE: O autor (2026) a partir de script em linguagem Python utilizando a biblioteca Graphviz.

O arranjo físico da Serraria B reflete os requisitos de uma manufatura de alta velocidade e precisão cibernética. O *layout* consolida um fluxo contínuo e estritamente linear, eliminando a movimentação transversal e a manipulação humana das peças. A matéria-prima é processada em série, passando por descascadores de anel rotativo e otimizadores 3D com Inteligência Artificial, antes de ingressar nas linhas primária (*Quad-Band*) e secundária de altíssima vazão. Paralelamente à linha de madeira sólida, o projeto incorpora um sistema de coleta pneumática de resíduos em tempo real. Esta infraestrutura extrai a biomassa gerada em cada estação de corte e a envia de forma ininterrupta para a planta de cogeração e fábrica de *pellets*, viabilizando o conceito operacional de *zero-waste*. Toda a planta é monitorada e gerida a partir de uma Sala de Controle IHM centralizada com visão 360°, integrada à oficina de manutenção de ferramentas.

2.1.8 Produtos e Mercado

A produção destina-se principalmente ao mercado imobiliário estrutural (sistema *wood frame*) dos Estados Unidos, focando em bitolas padronizadas (como 2x4, 2x6 e 2x8) com estrito controle de resistência mecânica. Devido aos escâneres, a serraria também separa um volume estratégico de madeira limpa (produtos *clear*) para exportação ao mercado moveleiro asiático e europeu, onde alcança valores de altíssimo padrão.

2.1.9 Análise Econômica Estimada

TABELA 6: Estimativas Econômicas Serraria B

Item	Valor Estimado (BRL)
Investimento inicial	R\$ 250.000.000,00
Custos operacionais mensais (Matéria-prima, Energia, Pessoal e Manutenção)	R\$ 20.000.000,00
Receita estimada mensal (Madeira Estrutural, Exportação e Biomassa)	R\$ 28.000.000,00
Lucro líquido estimado (mensal)	R\$ 8.000.000,00
Tempo de retorno	31 a 36 meses

FONTE: O autor (2026)

A estruturação financeira desta unidade reflete a dinâmica de alto volume e alta tecnologia. Os custos operacionais mensais são expressivos, impulsionados predominantemente pela aquisição massiva de matéria-prima (toras de grande diâmetro) e por uma folha de pagamento especializada que ultrapassa R\$ 1 milhão mensal devido à paridade cambial e à exigência de profissionais de automação e afiação. Contudo, a receita gerada compensa esse volume de gastos por meio de três frentes: altíssimo rendimento volumétrico (redução de desperdício), prêmios comerciais na exportação de peças *clear* (sem defeitos) e a venda contínua de coprodutos para o setor de bioenergia.

Além disso, o prazo estimado de retorno do investimento de 31 a 36 meses, embora atrelado a um investimento inicial significativamente elevado, atesta a extrema eficiência da economia de escala alcançada pela planta automatizada. Ao diversificar seu portfólio para o mercado internacional e aplicar o conceito de economia circular, o Projeto B blinda parcialmente seu fluxo de caixa contra flutuações isoladas no setor de construção civil. A integração da planta de cogeração de energia é um fator econômico decisivo: ela não apenas zera a exposição da serraria às tarifas comerciais de eletricidade, um custo que seria limitante para uma operação que exige estufas contínuas e maquinário pesado, como também posiciona a empresa para captar receitas financeiras secundárias através da comercialização de créditos de carbono, consolidando a robustez e a sustentabilidade financeira do negócio a longo prazo.

2.1.10 Conclusão

O Projeto B evidencia que a automação extrema no desdobro de madeiras é o caminho definitivo para operações em regiões como o Noroeste do Pacífico. Os milhões de dólares alocados em IA e sistemas de precisão ótica pagam-se rapidamente devido ao acréscimo milimétrico no rendimento de toras de alto valor agregado. Além da viabilidade mecânica justificada pelo volume documentado por Jauk (2021), a integração ambiental garante o futuro do modelo de negócio. Ao aplicar metodologias de ciclo fechado (SINGH; RAMAKRISHNA; GUPTA, 2017; METSÄ FIBRE, 2024), a unidade blindar-se contra desperdícios operacionais e multas regulatórias, convertendo cada milímetro cúbico da árvore processada em receita (seja madeira maciça, pellets ou energia), consolidando-se como uma instalação altamente rentável e globalmente competitiva.

REFERÊNCIAS

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Anuário da Indústria Brasileira de Árvores 2025**. Brasília: Ibá, 2025.

JAUK, Günther. **The world's biggest sawmills in 2021**: the sawmill giants keep growing. Timber-online.net, [S. l.], 13 dez. 2021. Disponível em: https://www.timber-online.net/sawn_timber/2021/12/the-world-s-biggest-sawmills-in-2021.html. Acesso em: 21 jun. 2026.

METSÄ FIBRE. **Sawmills and pulp mills**: a symbiotic relationship. Helsinque: Metsä Group, 2024. Disponível em: <https://www.metsagroup.com/metsafibre/news-and-publications/news-and-releases/stories/2024/sawmills-and-pulp-mills-a-symbiotic-relationship/>. Acesso em: 21 jun. 2026.

ROCHA, M. P. **Técnicas e Planejamento em Serrarias**. Curitiba: Fupef, 2002. (Fupef – Série Didática, n. 02/01). 121 p.

SINGH, S.; RAMAKRISHNA, S.; GUPTA, M. K. Towards zero waste manufacturing: A multidisciplinary review. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdã, v. 168, p. 1230–1243, dez. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261732098X>. Acesso em: 21 jun. 2026.

WACHOWICZ, R. C. **O Contestado**. 2. ed. Curitiba: Vicentina, 1985. Disponível em: <https://www.precog.com.br/bc-texto/obras/priori-9788576285878.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2026.