CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM SISTEMAS PRODUTIVOS

WILIAN LIRIO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM FRAMEWORK DE BENEFICIAMENTO DE CAFÉ PARA AS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DE BARRA DO TURVO

São Paulo
Maio/2026

WILIAN LIRIO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM FRAMEWORK DE BENEFICIAMENTO DE CAFÉ PARA AS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DE BARRA DO TURVO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação do Prof. Dr. Alexandre Formigoni

Área de Concentração: Sistemas Produtivos
Linha de Pesquisa: Gestão da Produção e de Operações
Projeto de Pesquisa: Otimização da Produção e Operações
ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável relacionados a esta dissertação e seus resultados: o ODS 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico, o ODS 10 – Redução das Desigualdades e o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis.

São Paulo
Maio/2026

Santos, Wilian Lirio dos

S237d Desenvolvimento de um framework de beneficiamento de café para as Comunidades Quilombolas da região de Barra do Turvo / Wilian Lirio dos Santos. – São Paulo: CPS, 2026.

120 f. : il.

Orientador (a): Prof. Dr. Alexandre Formigoni

Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2026.

1. Framework. 2. Comunidades Quilombolas . 3. Café. 4. Lean manufacturing. 5. Design science research. I. Formigoni, Alexandre. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

WILIAN LIRIO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE UM FRAMEWORK DE BENEFICIAMENTO DE CAFÉ PARA AS COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DE BARRA DO TURVO

gov.br
Documento assinado digitalmente
ALEXANDRE FORMIGONI
Data: 22/07/2026 17:32:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Alexandre Formigoni

Orientador – CEETEPS

gov.br
Documento assinado digitalmente
CAIO FLAVIO STETTINER
Data: 29/07/2026 16:27:40-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Prof. Dr. Caio Flavio Stettiner

Examinador Externo – UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBA - UNIFEI

gov.br
Documento assinado digitalmente
CLAUDIO RODRIGO TORRES
Data: 29/07/2026 18:56:16-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Claudio Rodrigo Torres

Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 27 de maio de 2026

À minha esposa e companheira, Andresa, e aos nossos filhos, Sophia e André.

À minha mãe, Nadir Emília, que sempre acreditou na alegria da vida.

À memória preservada nos quilombos dos milhões de pessoas escravizadas que cruzaram o Atlântico, cuja história fundamenta esta reflexão.

E àqueles que, no futuro, venham a consultar este trabalho, na expectativa de que ele contribua, ainda que modestamente, para o avanço do conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

À minha esposa, pelo apoio incondicional, pela paciência ao longo desta jornada e por estar presente em diversos momentos desta pesquisa, compartilhhando desafios e conquistas.

À líder quilombola Nilce Pontes, pela confiança, pelo acolhimento e por possibilitar minha entrada na comunidade, tornando viável o desenvolvimento deste trabalho.

Às autoridades do município de Barra do Turvo, que gentilmente me acompanharam durante as visitas de campo, contribuindo significativamente para a realização desta pesquisa.

Ao meu primo, Gerson de Carvalho, pela generosa hospitalidade e por disponibilizar sua residência durante os períodos em que estive em São Paulo.

Ao Centro Paula Souza, pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e, em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Formigoni, e ao Prof. Dr. Claudio Rodrigo Torres, pelo acompanhamento e pelas valiosas contribuições ao longo de toda a pesquisa.

A todos, o meu sincero agradecimento.

“I Have a Dream”

Martin Luther King Jr

RESUMO

SANTOS, WILIAN LIRIO. **Desenvolvimento de um *framework* de beneficiamento de café para as comunidades quilombolas da região de Barra do Turvo**. nn 120f. Dissertação Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2026.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um *framework* de gestão da produção de baixo custo, voltado ao beneficiamento de café em comunidades quilombolas do município de Barra do Turvo, compatível com os recursos locais e passível de operação e manutenção pela própria comunidade. O modelo proposto busca promover a padronização dos processos e a agregação de valor ao produto, contribuindo para a geração de renda, o fortalecimento da autonomia local e a conciliação entre inovação organizacional e valorização cultural como caminhos para o desenvolvimento sustentável. A pesquisa foi conduzida com base na abordagem da *Design Science Research* (DSR), que possibilitou estruturar o desenvolvimento do artefato por meio de ciclos iterativos de diagnóstico, construção, avaliação e refinamento, integrando princípios do Lean Manufacturing, conhecimentos tradicionais e as especificidades do contexto produtivo analisado. Os resultados evidenciam que a aplicação de práticas de gestão estruturadas contribui para a organização do fluxo produtivo, a redução de desperdícios e a padronização das operações, mesmo em ambientes com recursos limitados, tendo sido identificados gargalos produtivos, especialmente na etapa de torrefação, bem como oportunidades de melhoria relacionadas ao layout, à redução de movimentações e ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. A simulação computacional validou o *framework* proposto, demonstrando sua aplicabilidade e consistência na melhoria do desempenho produtivo. Destaca-se, ainda, o potencial do beneficiamento por via úmida e da produção de cafés especiais em microlotes como estratégias de agregação de valor e inserção diferenciada no mercado. Conclui-se que o *framework* desenvolvido constitui uma solução viável, replicável e adaptada às especificidades das comunidades quilombolas, contribuindo para a construção de sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e socialmente inclusivos.

Palavras-chave: *Framework*. Comunidades quilombolas; Café. Lean Manufacturing. *Design Science Research*

Linha de Pesquisa 1 - Gestão da Produção e de Operações
Projeto de Pesquisa: Otimização da Produção e Operações

ABSTRACT

SANTOS, WILIAN LIRIO. Development of a coffee processing *framework* for quilombola communities in the Barra do Turvo region. nn 120 f. Professional Master's Dissertation in Management and Technology in Productive Systems. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2026.

This study aims to develop and evaluate a low-cost production management *framework* for coffee processing in quilombola communities in the municipality of Barra do Turvo, Brazil, compatible with local resources and capable of being operated and maintained by the community itself. The proposed model seeks to promote process standardization and value addition to the product, contributing to income generation, strengthening local autonomy, and reconciling organizational innovation with cultural valorization as pathways to sustainable development. The research was conducted based on the Design Science Research (DSR) approach, which enabled the structured development of the artifact through iterative cycles of diagnosis, construction, evaluation, and refinement, integrating Lean Manufacturing principles, traditional knowledge, and the specificities of the analyzed productive context. The results demonstrate that the adoption of structured management practices contributes to the organization of production flow, waste reduction, and process standardization, even in resource-constrained environments. Production bottlenecks were identified, particularly in the roasting stage, as well as opportunities for improvement related to layout optimization, reduction of unnecessary movements, and better use of available resources. Computational simulation validated the proposed *framework*, demonstrating its applicability and consistency in improving production performance. The study also highlights the potential of wet processing and the production of specialty coffee micro-lots as strategies for value addition and differentiated market positioning. It is concluded that the developed framework represents a feasible, replicable, and context-adapted solution, contributing to the development of more efficient, sustainable, and socially inclusive production systems in quilombola communities.

Keywords: Framework. Quilombola communities. Coffee. Lean Manufacturing. Design Science Research.

Major Concentration: Production and Operations Management
Modules: Optimization of Production and Operations.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Comunidades Quilombolas em Barra do Turvo inseridas nas RDS 27
Quadro 2 -Quadro Resunido ViaSeca X Via Úmida 33
Quadro 3 -- Certificações do Café 38
Quadro 4 - 8 desperdícios Lean 46
Quadro 5 - Aplicação Ferramentas do Lean 1 47
Quadro 6 - Aplicação Ferramentas do Lean 2 49
Quadro 7 - Abordagens DSR 52
Quadro 8 - Tipos de artefatos na *Design Science Research* 54
Quadro 9 - Resumo fontes para elaboração do *framework*. 58
Quadro 10 - Aplicação da DSR na pesquisa resumo das ações 62
Quadro 11- Visitas e Atividades Realizadas em Barra do Turvo 64
Quadro 12 - Equipamentos da Casa do Café 79
Quadro 13 - Análise dos 8 desperdícios Lean no contexto da produção e da Casa do Café 86
Quadro 14 - Etapa Processo back end lavoura 90
Quadro 15 - Processos Front End descascamento 92
Quadro 16 - Processos Torra Moagem e Embalagem 93
Quadro 17 - Processos Front End - Final 95
Quadro 18 - Tempos Estimados para 100 sacas mês 96
Quadro 19 – Resultados Iniciais da simulação do processo produtivo (FlexSim) 101
Quadro 20 – Resultados Finais da simulação do processo produtivo (FlexSim) 104
Quadro 21 - Resumo Simulação 106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Detalhamento Mapa Região de Barra do Turvo 27
Figura 2 - Detalhamento Morfologia do Café 30
Figura 3 - Modelo de Fluxograma Beneficiamento de Café 32
Figura 4 - Curva de Torra x Sabor 35
Figura 5 - Classificação SCA 38
Figura 6 - Cultivare Obatã Vermelho IAC 1669-20 41
Figura 7 - Produtores Ozico Pereira e Pedrina Pereira 42
Figura 8 – Ferramentas Lean Manufacturing 45
Figura 9 - 8 desperdícios Lean 46
Figura 10 - Esquema de Condução DSR 51
Figura 11- Modelo Ken Peffers 56
Figura 12 - Estrutura proposta pelo SCAS 59
Figura 13 - Fluxograma Demonstração Lean 61
Figura 14 - Fluxograma das etapas de Avaliação no Simulador Flexsim 62
Figura 15 - Reunião Quilombo do Cedro 65
Figura 16 - Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca 66
Figura 17 - Mapeamento do processo do manejo do café nos Quilombos em Barra do Turvo 67
Figura 18 - Produção das mudas Viveiro Barra do Turvo 68
Figura 19 -Plantação Barra do Turvo 69
Figura 20 - Colheita Café Quilombo Ribeirão Grande Terra Seca 70
Figura 21 - Separação dos Grãos Residência do Sr. Izico 70
Figura 22 – Secagem dos Grãos Quintal Sr. Ozico 71
Figura 23 - Descascamento dos Grãos de Café Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca 72
Figura 24 - Armazenamento do Café Verde 73
Figura 25 - Torra Café na propriedade do Sr. Ozico 73
Figura 26 – Torra do Café Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca 74
Figura 27 - Pesagem e Embalagem Sr. Ozico 74
Figura 28 - Casa do Café 76
Figura 29 - Planta baixa Casa do café 77
Figura 30 - Instalações Elétricas Casa do Café 78
Figura 31 - Despolpador Café Cereja 80
Figura 32 - Descascador de Pergaminho 81

Figura 33 - Secador Horizontal a Lenha....82
Figura 34 - Torrador Coloratto....83
Figura 35 – Moedora e embaladora Mironatto....84
Figura 36 - *Framework* Beneficiamento Café Barra do Turvo....88
Figura 37 - Etapa Processo *back end* lavoura....90
Figura 38 - Via Seca, Via Úmida e Secagem....91
Figura 39 – Processos Torra Moagem e Embalagem....93
Figura 40 – Armazenamento, Venda e Preparo....94
Figura 41 - Layout Atual – Diagrama Espaguete....96
Figura 42 – GBO Operação Atual....97
Figura 43 - VSM Atual Etapa Torrefação e Moagem....98
Figura 44- Simulação Situação Atual....100
Figura 45 - *Layout* com dois Torradores - Diagrama Espaguete....102
Figura 46 – Simulação com duas torras e um operador....103
Figura 47- GBO – Operação com dois Torradores....105
Figura 48- VSM Futuro Torrefação e Moagem....108

LISTA DE SIGLAS

ABIC	Associação Brasileira da Industria do Café
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CCPs	Centros Comunitários de Produção
CECAFÉ	Conselho dos Exportadores de Café do Brasil
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAQ	Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas
CVA	Coffee Value Assessment
DSR	Design Science Research
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
FAO	Food e Agriculture Organization of the United Nations
GBO	Gráfico de Balanceamento de Operações
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICO	International Coffee Organization
ILS	Information Systems, Logistics & Supply Chain
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISA	Instituto Socioambiental.
ITESP	Instituto de Terras do Estado de São Paulo
LSG	Lean and Green Synergy Model
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NR	Norma Regulamentadora
MDS	Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e do Combate a Fome
ONU	Organização das Nações Unidas
OIC	Organização Internacional do Café
PIB	Produto Interno Bruto
PQC	Programa de Qualidade do Café

RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
STP	Sistema Toyota de Produção
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VSM	Value Stream Mapping

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 17
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 23
1.1 Quilombos 23
1.2 Cafeicultura 28
1.2.1 Anatomia do Café. 29
1.2.2 Plantio e Colheita 30
1.2.3 Beneficiamento do Café 31
1.2.4 Torra 34
1.2.5 1.2.5 Classificação da Qualidade do Café Torrado 35
1.2.6 Cafés Especiais, Microlotes e Certificações 36
1.2.7 Mercado de Cafés Especiais 36
1.2.8 Microlotes de Café 37
1.2.9. Certificação 38
1.2.10 Cafeicultura em Barra do Turvo 40
1.2.11 Obatã Vermelho IAC 1669-20 40
1.2.12 Reconhecimentos e Premiações 41
1.3 Lean ..... Erro! Indicador não definido.
1.3.1 Lean em comunidades quilombolas 47
1.4.1 O Artefato 52
2.METODOLOGIA 55
2.1 Identificação do Problema e Motivação 56
2.2. Definição dos Resultados Esperados 56
2. 3. Projeto e Desenvolvimento do Artefato 57
2. 5. Avaliação do Artefato 61
3. AMBIENTE DE PESQUISA 64
3.1 Mapeamento do Processo 67
3.1.1 Produção das mudas 68
3..1.2. Plantio 68
3.1.3. Colheita 69
3.1.4. Seleção de grãos 70
3.1.5. Secagem 71

3.1.6. Descascamento *71*
3.1.7. Armazenamento do café beneficiado *72*
3.1.8. Torrefação *73*
3.1.9. Moagem e embalagem *74*
3.1.10. Comercialização *75*
3.2 Casa do Café 75
3.2.1 Layout *76*
3.2.2. Instalações elétricas *78*
3.2.3. Maquinários *79*
3.2.4. Despolpador de Café Cereja *80*
3.2.5. Descascador de Pergaminho *81*
3.2.6. Secador Horizontal a Lenha *82*
3.2.7. Torrador *83*
3.2.8. Moagem e Empacotadora *84*
3.3 Análise dos Desperdícios Lean no Sistema Produtivo do Café 85
3.4 Projeto e Desenvolvimento - O *Framework* 87
3.4.1. Descrição Geral do Back End - Etapa 1: Produção, Cultivo e Colheita *89*
3.4.2. Descrição Back End - Etapa 2: Beneficiamento e Secagem *91*
3.4.3. Descrição Front End - Etapa 1: Torra, Moagem e Embalagem *92*
3.4.4. Descrição Front End - Etapa 2: Armazenamento, Venda e Preparo *94*
3.5 Demonstração. 95
3.6 Avaliação. 99
3.6.1. Simulação Estado Atual *99*
3.6.2. Simulação Estado Futuro *102*
3.6.3.Comentários Etapa de Avaliação *109*
4. CONCLUSÃO 106
REFERÊNCIAS 112
APÊNDICE A – PROPOSTA DE EMBALAGEM E ETIQUETA 117
ANEXO A – FICHA TÉCNICA CULTIVARE OBATÂ IAC 1669-20 119
ANEXO B – CERTIFICAÇÕES ABIC 120

INTRODUÇÃO

O Brasil é historicamente marcado por profundos contrastes, realidade amplamente reconhecida na literatura e no debate público. Na mesma terra em que se consagrou a máxima "em se plantando, tudo dá", persistem, após mais de cinco séculos de formação socioeconômica, graves problemas relacionados à fome e à insegurança alimentar. Embora, após o triênio de 2018–2020, o país tenha logrado sair novamente do Mapa da Fome, conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2025), resultado anteriormente alcançado apenas em 2014, esse avanço revela-se insuficiente diante da persistência de desigualdades estruturais. Estimativas recentes do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome (MDS, 2025) indicam que aproximadamente 2,5% da população brasileira ainda enfrenta algum grau de restrição alimentar severa, o que, em termos absolutos, corresponde a cerca de 5 milhões de pessoas, evidenciando a complexidade e a urgência do enfrentamento desse problema no contexto nacional.

Grande parte dessa realidade encontra suas raízes em processos históricos profundos, diretamente relacionados à forma como a economia brasileira foi estruturada durante o período colonial, cujos traços permanecem presentes na contemporaneidade. O Brasil constituiu-se com base no tripé da grande propriedade rural, da monocultura e do trabalho escravizado, orientado fundamentalmente para atender às demandas do mercado externo, em consonância com os interesses da metrópole. Trata-se de uma formação estrutural e indissociável, cujos desdobramentos foram amplamente analisados, sistematizados e discutidos por Caio Prado Jr. em sua obra *Formação do Brasil Contemporâneo*.

Nesse contexto, destacaram-se, entre os principais produtos, o açúcar, derivado da cana-de-açúcar, como eixo central da economia colonial, além de outras culturas relevantes, embora de menor expressão. Ao final do período imperial, observa-se a consolidação do café como principal produto da pauta econômica nacional, mantendo-se, até a atualidade, como um dos principais produtos da pauta agrícola brasileira.

No contexto colonial, a produção de alimentos destinada ao abastecimento interno foi relegada a pequenas porções de terra, impróprias para a monocultura, que eram, em geral, cultivadas por colonos pobres ou por pessoas escravizadas que obtinham algum tipo de concessão dos grandes latifundiários, posteriormente conhecidos como "coronéis". Nesse sistema, a produção agrícola assumia caráter de subsistência, muitas vezes insuficiente para suprir as necessidades dos próprios produtores, criando um contrassenso no qual a colônia,

embora produzisse gêneros agrícolas para a Europa, apresentava ampla restrição alimentar, como evidencia Freyre (2023, p. 101):

> "Do Maranhão é o padre Vieira quem salienta não haver, no seu tempo, em todo o Estado, açougue, nem ribeira, nem horta, nem tendas onde se vendessem cousas usuais para o comer ordinário."

Esse modelo resultou em uma persistente escassez de alimentos, cujos reflexos ainda podem ser observados na sociedade brasileira contemporânea, criando um contraste no qual um país líder em diversos setores do agronegócio — frequentemente referido como o "celeiro do mundo" — convive com segmentos da população em que a insegurança alimentar ainda persiste.

Nessa sociedade estruturada sobre profundas desigualdades sociais e econômicas, na exploração do trabalho e na restrição da liberdade, grupos de pessoas escravizadas revoltaram-se e fugiram da dominação, constituindo comunidades conhecidas como mocambos ou quilombos. Conforme Gomes (2015), já em 1575 há registros de núcleos quilombolas na Bahia, evidenciando que a fuga constituiu, desde o início, uma das principais formas de resistência desses homens e mulheres. Esses núcleos, ainda segundo o autor, eram considerados ilegais pela Coroa portuguesa por representarem uma ameaça à ordem econômica e social da colônia. No entanto, estudos mais recentes indicam que a aplicação da lei variava conforme os interesses e as circunstâncias. O autor relata, por exemplo, a existência de intercâmbios entre quilombos e vilarejos próximos, garantindo o abastecimento de alimentos básicos. Segundo Gomes (2015, p. 10), "cada venda é um quilombo".

Conforme estabelecido pelo pacto colonial, a função da colônia era gerar riqueza para a metrópole. Inicialmente, foram implantadas feitorias destinadas ao comércio e à exploração extrativista, especialmente do pau-brasil, cuja exploração intensiva levou ao rápido esgotamento desse recurso. Diante desse cenário, tornou-se necessária uma ocupação mais efetiva do território. Nesse processo, Portugal valeu-se da experiência acumulada no cultivo da cana-de-açúcar para implantar o sistema de capitanias hereditárias e promover a formação de grandes propriedades, nas quais se instalaram engenhos movidos pelo trabalho de pessoas escravizadas africanas. Destacam-se também as engenhocas, unidades de menor porte voltadas à produção de aguardente, utilizada tanto no mercado interno quanto no tráfico negreiro (PRADO JR., 2000).

Os conflitos com os holandeses, principais financiadores e distribuidores do comércio açucareiro, contribuíram para a decadência da economia canavieira. As culturas do algodão e do tabaco, embora importantes, não foram suficientes para sustentar a prosperidade da colônia. Entretanto, com a descoberta do ouro no final do século XVII, a Coroa portuguesa inaugurou um novo — ainda que breve — ciclo econômico na história do Brasil colonial. Vale salientar que, mesmo se tratando de outra atividade produtiva, a mão de obra continuava sendo composta por pessoas escravizadas africanas.

Nesse contexto, a partir do século XVIII e, principalmente, ao longo do século XIX, a cultura do café passou a ganhar importância na economia brasileira. Favorecida pelas condições climáticas da região Sudeste, a cafeicultura expandiu-se pelos atuais estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, estendendo-se posteriormente para Minas Gerais e o norte do Paraná. Já em 1830, o café havia se consolidado como o principal produto das exportações brasileiras. Sua importância econômica e simbólica era tamanha que um ramo de café, ao lado de um ramo de tabaco, passou a compor o brasão imperial estampado na bandeira do Brasil.

Segundo Celso Furtado, a cafeicultura emergiu como uma atividade econômica distinta da cana-de-açúcar e do algodão. A comercialização passou a estar sob controle de agentes brasileiros, e não mais de comerciantes europeus, enquanto os capitais gerados passaram a integrar a riqueza nacional, concentrando-se, principalmente, nas oligarquias cafeeiras. Entretanto, essa mudança não representou transformações estruturais no modelo econômico, que permaneceu fundamentado no latifúndio, na monocultura e no trabalho de pessoas escravizadas.

O crescimento da economia cafeeira contrastava de forma acentuada com a realidade das pessoas escravizadas, responsáveis pela colheita e pelo ensacamento dos grãos do chamado “ouro verde”. As transformações econômicas, políticas e sociais do período intensificaram as pressões pelo fim desse regime de trabalho e, finalmente, em 13 de maio de 1888, a escravidão foi legalmente abolida no Brasil. Vale destacar que esse processo ocorreu após uma longa mobilização do movimento abolicionista e sob intensa resistência das elites aristocráticas, tornando o país o último das Américas a extinguir legalmente essa prática.

No entanto, essa abolição esteve longe de significar a integração da população negra à sociedade brasileira. Na prática, as pessoas anteriormente escravizadas foram relegadas à marginalidade, ocupando posições periféricas nos âmbitos social e econômico. Os quilombos, por sua vez, foram invisibilizados, sendo deslocados para as margens da história oficial, como se não tivessem existido. Como afirma Wissenbach (2021, p. 76), no capítulo *Da escravidão à liberdade: dimensões de uma privacidade possível*:

“da mesma forma que o negro passou a ser visto como um ser a-histórico, assim também passaram a ser vistas suas manifestações, seus padrões de organização e suas tradições, que remontam ao passado étnico e da escravidão.”

Os anos que se seguiram à Proclamação da República não foram acompanhados por políticas públicas voltadas à integração social e econômica dessa população. Ao contrário, prevaleceu entre as elites o ideal do “embranquecimento”, inspirado em teorias raciais europeias que associavam o progresso ao branqueamento da população brasileira. Como observa Schwarcz, “as ideias de branqueamento e de superioridade racial europeia foram incorporadas como projeto nacional”, sustentando a crença de que o país poderia “purificar-se” por meio de uma miscigenação seletiva, ao mesmo tempo em que ocultava o racismo sob o mito da democracia racial.

Contudo, a resposta do Brasil mestiço manifestou-se de forma contundente nas expressões culturais — na culinária, na música, na dança, nas artes, na religião e nos esportes —, elementos que constituem importantes fundamentos da identidade brasileira. Somente mais de um século depois começaram a ser implementadas políticas de caráter reparador voltadas ao reconhecimento e à valorização da população negra.

Nesse sentido, o reconhecimento jurídico das comunidades quilombolas, assegurado pela Constituição Federal de 1988, representou um marco significativo na luta pelos direitos dessas populações, ao garantir, de forma inédita, o reconhecimento formal de sua existência e de seus direitos no Brasil. Contudo, a efetivação desses direitos — especialmente aqueles de natureza social e econômica — ainda demanda avanços concretos. Para além do reconhecimento legal, torna-se fundamental promover também o reconhecimento social dessas comunidades, valorizando-as como agentes econômicos ativos (FERNANDES, 2022).

A cafeicultura, que historicamente desempenhou — e ainda desempenha — papel relevante na geração de riqueza, apresenta-se como uma alternativa estratégica. Além de sua importância para a economia nacional, essa atividade oferece elevado potencial de agregação de valor, sobretudo quando articulada a processos adequados de beneficiamento.

No caso das comunidades quilombolas produtoras de café, em especial aquelas localizadas no município de Barra do Turvo, o beneficiamento do café não deve ser analisado apenas sob a ótica da eficiência técnica, mas a partir de uma abordagem integrada, que contemple as dimensões socioculturais, econômicas e organizacionais, considerando também os aspectos históricos e as especificidades locais. Nesse contexto, a produção de café transcende

a lógica estritamente econômica, configurando-se como expressão de identidade, memória e organização comunitária.

Observa-se, contudo, a inexistência de canais estruturados de produção e comercialização, bem como de mecanismos formais de controle e precificação, evidenciando um modelo ainda incipiente, marcado pela baixa estruturação das práticas de gestão. Soma-se a isso a limitada incorporação de estratégias de agregação de valor, além da ausência de práticas consolidadas de apuração de custos e definição de margens de lucro, comprometendo a capacidade de tomada de decisão e restringindo o potencial de geração de renda..

Nesse cenário, apesar do elevado potencial produtivo e simbólico, a atividade encontra-se inserida em um sistema pouco estruturado, no qual oportunidades relacionadas à organização do fluxo produtivo, à padronização dos processos e à valorização do produto permanecem subexploradas. A adaptação dos princípios e ferramentas do *Lean Manufacturing* à realidade das comunidades tradicionais apresenta-se, assim, como uma alternativa capaz não apenas de otimizar o processo produtivo e reduzir desperdícios, mas também de desenvolver um modelo replicável que contribua para o fortalecimento da autonomia econômica, a preservação da identidade cultural e a ampliação da competitividade do produto no mercado.

Destaca-se que, neste estudo, o termo “beneficiamento do café” é adotado em sentido ampliado, abrangendo não apenas as etapas tradicionais de pós-colheita — como secagem e descascamento —, mas também o conjunto de operações que contribuem para a agregação de valor ao produto, incluindo cultivo, processamento, torra, moagem, embalagem e comercialização. Tal abordagem justifica-se pela perspectiva sistêmica adotada, alinhada aos princípios do *Lean Manufacturing*, que pressupõem a análise integrada de todo o fluxo produtivo.

A partir dessa base conceitual, a pesquisa busca responder à seguinte questão de investigação:

Questão de Pesquisa

De que forma a padronização e a organização dos processos de beneficiamento do café podem contribuir para a melhoria da qualidade e para a ampliação do valor agregado do produto em comunidades quilombolas do município de Barra do Turvo?

Objetivo

Desenvolver e validar um *framework* de gestão da produção para o beneficiamento de café em comunidades quilombolas do município de Barra do Turvo, fundamentado nos princípios do *Lean Manufacturing* e adaptado às especificidades locais, respeitando a identidade cultural e os conhecimentos tradicionais.

Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, busca-se:

• Caracterizar o contexto social, cultural e econômico das comunidades quilombolas, com ênfase nas práticas relacionadas à produção e ao beneficiamento do café;

• Mapear o fluxo produtivo atual, identificando desperdícios, gargalos e oportunidades de melhoria à luz dos princípios do *Lean Manufacturing*;

• Desenvolver um *framework* de gestão da produção adaptado às especificidades locais e fundamentado em práticas enxutas;

• Avaliar a aplicabilidade e a viabilidade do *framework* proposto.

As ações decorrentes dos objetivos propostos estão diretamente alinhadas às políticas públicas preconizadas pelos governos federal e estadual, bem como aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao ODS 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico, ao ODS 10 – Redução das Desigualdades e ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis. Adicionalmente, a pesquisa relaciona-se de forma complementar ao ODS 1 – Erradicação da Pobreza e ao ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, evidenciando a relevância e a atualidade do tema.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Quilombos

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 é amplamente reconhecida como a mais liberal e democrática da história do país, razão pela qual recebeu a denominação de “Constituição Cidadã”, expressão consagrada pelo constituinte Ulysses Guimarães. Tal reconhecimento decorre, sobretudo, da ampliação e da consolidação dos direitos fundamentais voltados à promoção da cidadania e à proteção da dignidade da pessoa humana. Em seu artigo 5º, a Constituição assegura a igualdade de todos perante a lei, bem como a inviolabilidade dos direitos à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade.

No que se refere especificamente às comunidades tradicionais, a Carta Magna estabelece, por meio do artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT), o principal dispositivo constitucional voltado ao reconhecimento das comunidades remanescentes de quilombos, garantindo-lhes o direito à propriedade definitiva das terras que tradicionalmente ocupam (ALMEIDA, 2022).

“Art. 68. Aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos “ (BRASIL, 1988).

A Constituição representou um marco político e institucional ao reconhecer e valorizar grupos historicamente invisibilizados, abrangendo não apenas as comunidades quilombolas, mas também os povos originários. Nesse sentido, configura-se como uma medida de reparação histórica e de promoção da justiça social para grupos que desempenharam papel fundamental na formação da nação brasileira, mas que foram relegados às margens da participação política e econômica.

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabelece, em seu artigo 215, a proteção às “manifestações culturais afro-brasileiras” e, no artigo 216, reconhece como patrimônio cultural os “bens de natureza material e imaterial”, compreendendo as formas de expressão, bem como os modos de criar, fazer e viver dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira (BRASIL, 1988).

Todavia, mesmo uma Constituição humanista e moderna, como a de 1988, não é capaz de apagar, por meio de poucos dispositivos, as marcas deixadas por quase quatro séculos de regime escravocrata na sociedade brasileira, as quais não podem ser superadas sem esforços contínuos de inclusão e justiça em diferentes esferas. Pode-se, portanto, inferir que tratar de

quilombos e quilombolas no cenário político contemporâneo implica reconhecer uma luta política em curso e, consequentemente, um campo de reflexão científica ainda em construção (LEITE, 2000).

Nesse sentido, as políticas de desenvolvimento econômico destinadas às comunidades quilombolas devem necessariamente estar fundamentadas no conhecimento e na valorização de sua identidade cultural. Esse processo ganhou maior efetividade com a realização do Censo Demográfico de 2022, quando o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em conformidade com as orientações da Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (CONAQ) e do Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA/Brasil), observou os critérios da Consulta Prévia, Livre e Informada previstos na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

Assim, apenas 34 anos após a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 foi realizado o primeiro Censo Demográfico com identificação específica da população quilombola. Cabe destacar que sua realização ocorreu em um contexto de tensões institucionais, marcado por resistências, no âmbito do governo federal, à sua execução.

As informações obtidas por meio desse levantamento têm se mostrado fundamentais para a compreensão do contexto econômico e social da população quilombola. No âmbito deste trabalho, esses dados assumem especial relevância para a análise de políticas públicas e para a atuação da iniciativa privada, com vistas à melhoria das condições de vida das comunidades quilombolas, contribuindo, consequentemente, para o aumento da renda e o fortalecimento socioeconômico desses territórios.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estima-se que a população quilombola no Brasil seja de aproximadamente 1,32 milhão de pessoas, distribuídas em cerca de 5 mil comunidades localizadas em 24 estados e no Distrito Federal. No estado de São Paulo, foram contabilizadas 11.006 pessoas quilombolas, das quais 4.076 vivem em comunidades reconhecidas, com forte concentração na região do Vale do Ribeira. Essa região reúne o maior número de comunidades quilombolas reconhecidas no estado, totalizando 29, distribuídas pelos municípios de Eldorado, Iporanga, Jacupiranga, Itaóca, Cananéia, Iguape, Registro, Miracatu e Barra do Turvo.

No âmbito estadual, o Instituto de Terras do Estado de São Paulo, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento, é o órgão responsável pela execução da política agrária e fundiária no estado, atuando também no reconhecimento e na titulação das comunidades

quilombolas. Essa atuação demonstra que, embora de forma lenta e gradual, o reconhecimento, por parte do Estado, do direito à terra constitui uma política pública fundamental para a promoção da dignidade, da justiça social e do respeito à cultura dessas populações historicamente privadas de seus direitos básicos.

Embora sejam designadas genericamente como quilombos, cada comunidade apresenta uma dinâmica própria, resultante de trajetórias históricas singulares que se entrelaçam com as tradições locais e os vínculos familiares. Essas especificidades refletem-se nas diferentes formas de organização interna e de interação com a sociedade envolvente. O parentesco consanguíneo constitui um elemento central na estrutura comunitária. Contudo, observa-se também a presença de indivíduos que passaram a integrar essas comunidades por meio de uniões matrimoniais, sem laços diretos de ascendência quilombola, bem como de descendentes que, após deixarem o território para constituir novas famílias, retornaram posteriormente acompanhados de seus familiares (ALMEIDA, 2022).

Nesse contexto, o elemento fundamental que sustenta a identidade quilombola não se limita à linhagem familiar, mas reside, sobretudo, na memória histórica compartilhada e na autoidentificação coletiva como quilombola. O quilombo configura-se, assim, como um espaço de preservação da memória e de resistência histórica, marcado por séculos de injustiças decorrentes de uma ordem econômica que reduziu pessoas à condição de mercadoria e atribuiu à cor da pele o estigma de uma sociedade profundamente desigual. Ainda hoje, essa herança histórica impõe desafios ao fortalecimento das instituições e à construção de relações sociais mais justas e efetivamente humanizadas (ALMEIDA, 2022).

Vale destacar a recente resolução da Organização das Nações Unidas (ONU), aprovada em março de 2026, que reconhece o tráfico transatlântico de africanos escravizados como “o crime mais grave contra a humanidade”. Tal reconhecimento reforça a centralidade histórica e a magnitude desse fenômeno, especialmente no contexto brasileiro. Diferentemente de outras regiões, a escravidão no Brasil assumiu proporções significativamente mais amplas: estima-se que aproximadamente 389 mil africanos escravizados tenham sido desembarcados nos Estados Unidos, enquanto, no Brasil, esse número alcançou cerca de 4,9 milhões de pessoas, das quais aproximadamente 670 mil morreram durante a travessia atlântica. Esses dados evidenciam que o Brasil, enquanto antiga colônia portuguesa, concentrou cerca de 45% de todo o tráfico transatlântico de africanos escravizados, configurando-se como um dos principais destinos dessa diáspora forçada. Nesse sentido, o reconhecimento internacional reforça a necessidade de formulação e implementação de políticas de reparação histórica, compreendidas não apenas

como medidas compensatórias, mas como instrumentos de promoção da justiça social e de enfrentamento das desigualdades estruturais ainda vigentes (ONU, 2026).

1.1.2 Quilombos do Vale do Ribeira

No Vale do Ribeira, encontram-se algumas dezenas de comunidades quilombolas que, durante o período escravocrata, constituíram-se como territórios de resistência e liberdade. A formação desses quilombos foi impulsionada pela atividade mineradora decorrente da descoberta de ouro na região em meados do século XVII. Por volta de 1630, exploradores portugueses adentraram o rio Ribeira de Iguape em busca de depósitos aluviais do metal, já identificado nas proximidades da Vila de Iguape. Ao longo do curso do rio, surgiram importantes arraiais de mineração, como Ivaporunduva, Jaguary, Sete Barras, Boa Esperança, Braço e Sant'Ana — esta última correspondente à atual Iporanga, cujo nome, em guarani, significa "água bonita". Esses arraiais posteriormente transformaram-se em povoados. O ouro extraído era registrado em um porto situado onde hoje se localiza o município de Registro e, em seguida, fundido em barras, com o desconto do quinto real, na primeira Casa de Fundição do Brasil, instalada em Iguape, considerada também a primeira Casa da Moeda do país (KNECHT, 1939).

Com o rápido esgotamento das jazidas, restaram às populações locais o esquecimento e a miséria. Diante desse cenário, os descendentes das populações negras que permaneceram na região encontraram, na convivência com os povos originários e na preservação das tradições ancestrais, a força necessária para resistir e dar continuidade à vida em comunidade. Esses espaços, formados tanto por negros que fugiram da escravidão quanto por aqueles abandonados após o declínio do ciclo minerador na região, deram origem aos chamados "bairros rurais negros". Entre eles, destaca-se a Comunidade Quilombola de Ribeirão Grande e Terra Seca, localizada no município de Barra do Turvo, que contribuiu significativamente para a realização deste estudo (FERREIRA, 2020).

1.1.3 Quilombos Barra do Turvo

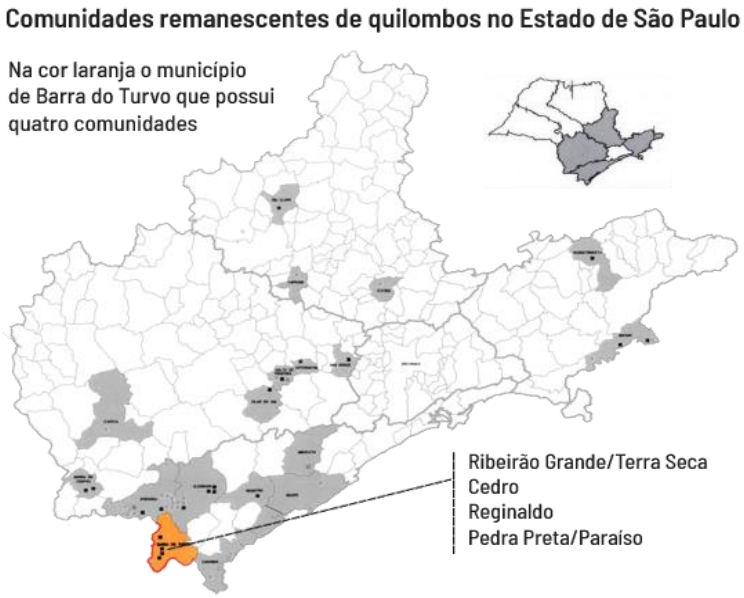
O município de Barra do Turvo está localizado no Vale do Ribeira, na divisa entre os estados de São Paulo e Paraná, apresenta relevo predominantemente montanhoso e é transpassado pelo rio Turvo que se encontra com o rio Pardo na área urbana do município, mais abaixo se junta ao rio Ribeira de Iguape desaguando no oceano. O principal acesso ao município se dá pela Estrada o Barreiro no entroncamento com a BR-116, Rodovia Régis Bittencourt.

O município, segundo dados do último censo de 2022 conta com a de 7 mil habitantes. Grande parte de seu território está inserida em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável

(RDS), onde também se encontram algumas comunidades quilombolas, que exploram de modo sustentável recursos naturais e atuam na proteção da natureza e da diversidade biológica.

A inserção de parte das comunidades quilombolas em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) condiciona as práticas de cultivo, diferenciando-as daquelas desenvolvidas em áreas não abrangidas por essa unidade de conservação. O Quadro 1 apresenta as comunidades quilombolas localizadas no município de Barra do Turvo (SP), indicando sua relação com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Barreiro/Anhemas. As informações foram obtidas a partir de dados do Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP), da Fundação Cultural Palmares e do Instituto Socioambiental (ISA).

Figura 1 – Detalhamento Mapa Região de Barra do Turvo



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2025)

Quadro 1- Comunidades Quilombolas em Barra do Turvo inseridas nas RDS

Comunidade Quilombola	**Situação em relação à RDS Barreiro/Anhemas**
Ribeirão Grande / Terra Seca	Parcialmente inserida na RDS
Cedro	Parcialmente inserida na RDS
Pedra Preta / Paraíso	Alta sobreposição com a RDS
Reginaldo	Dentro ou associada ao município (menor sobreposição)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A economia local é predominantemente agropecuária e composta por pequenos produtores que abastecem as comunidades da região, destacando-se a produção de leite de búfala e de erva-mate. Mais recentemente, o município passou a desenvolver iniciativas voltadas à expansão da cafeicultura. Atualmente, além das ações direcionadas às comunidades quilombolas, cerca de 30 produtores familiares dedicam-se ao cultivo do café, com o apoio de instituições de pesquisa e de programas governamentais. O desenvolvimento sustentável permanece como um desafio para essa região do estado de São Paulo, que apresenta indicadores econômicos e sociais inferiores à média estadual.

1.2 Cafeicultura

O cultivo do café no Brasil teve início há quase três séculos. A cultura foi introduzida no país no início do século XVIII pelo sargento-mor Francisco de Mello Palheta. Em 1727, por determinação do governador da Capitania do Maranhão e Grão-Pará, Palheta foi enviado à Guiana Francesa com a finalidade de obter mudas de cafeeiro, planta que, naquele período, já alcançava relevância econômica no comércio internacional (CECAFÉ, 2025).

A partir desse momento, iniciou-se a expansão do cultivo do café em diferentes regiões do país. Devido às condições climáticas favoráveis da região Sudeste, a cultura cafeeira adaptou-se rapidamente, expandindo-se pelos atuais estados do Rio de Janeiro e São Paulo e alcançando, posteriormente, Minas Gerais e o norte do Paraná. Em 1830, o café já havia se consolidado como o principal produto das exportações brasileiras. Sua importância econômica e simbólica era tamanha que um ramo de café, ao lado de um ramo de tabaco, passou a compor o brasão imperial presente na bandeira do Brasil.

O café impulsionou significativamente o desenvolvimento econômico das regiões produtoras, especialmente do estado de São Paulo, que passou a investir em infraestrutura, com destaque para a construção das ferrovias Estrada de Ferro Sorocabana e Companhia Mogiana de Estradas de Ferro. O dinamismo dessas regiões favoreceu o surgimento de diversas cidades, enquanto a integração territorial do interior paulista foi, em grande medida, promovida pelas rotas comerciais que convergiam para o escoamento da produção pelo Porto de Santos.

O café permanece como uma das principais atividades econômicas do Brasil, sendo atualmente cultivado em 15 estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo (CECAFÉ, 2025). Esse cenário resulta de investimentos contínuos em pesquisa e inovação, com destaque para a atuação da Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA), responsável pelo desenvolvimento de variedades e tecnologias de cultivo adaptadas a diferentes condições climáticas, desde as regiões de altitude e temperaturas mais amenas do Sul de Minas até áreas de clima mais quente e úmido da Amazônia.

Como apresentado anteriormente, a expansão da cafeicultura foi responsável por atrair capital necessário à modernização do país, impulsionando o desenvolvimento urbano e econômico, além de manter papel relevante na economia nacional. Na safra 2024–2025, o Brasil alcançou uma receita de US$ 14,7 bilhões com a exportação de café, evidenciando o elevado potencial de geração de valor associado ao beneficiamento adequado do produto (CECAFÉ, 2025). Em termos de safras civis, os embarques superaram 46 milhões de sacas em 2024, reforçando o protagonismo brasileiro no mercado global. Ressalta-se, contudo, que esses números se referem predominantemente à comercialização do café como commodity, não abrangendo, portanto, o segmento de cafés especiais.

1.2.1 Anatomia do Café.

A qualidade do café é determinada por uma combinação de fatores que influenciam diretamente as características do grão cru, incluindo espécie, variedade, condições climáticas, altitude, época e método de colheita, além das práticas adotadas no processamento pós-colheita, como secagem, armazenamento, torra e moagem. Os critérios utilizados para avaliar a qualidade abrangem atributos físicos — como tamanho, cor e forma — e sensoriais — como sabor e aroma (teste de xícara) —, bem como a presença de defeitos. Entre esses critérios, os atributos sensoriais e a análise de defeitos apresentam maior relevância na avaliação internacional da qualidade do café (EMBRAPA, 2020).

O processo de beneficiamento do café — utilizado aqui em seu sentido restrito — requer o conhecimento detalhado da estrutura do fruto, uma vez que a separação eficiente dos grãos de maior qualidade depende de suas características morfológicas e da forma como estas são consideradas ao longo do processamento. Nesse sentido, compreender a estrutura interna do fruto é fundamental para garantir a qualidade final do produto. O fruto do cafeeiro é composto pelo exocarpo, mesocarpo e endocarpo, que, em conjunto, constituem o pericarpo responsável por recobrir a semente (EMBRAPA, 2020).

O exocarpo, também conhecido como casca ou pele, constitui a camada mais externa do fruto, cuja coloração é influenciada pela presença de antocianinas, responsáveis pelos tons avermelhados, e de luteolina, associada à coloração amarelada. Durante o desenvolvimento do fruto, o exocarpo apresenta coloração verde, tornando-se amarelo ou vermelho à medida que

atinge a maturidade (BORÉM, 2008).

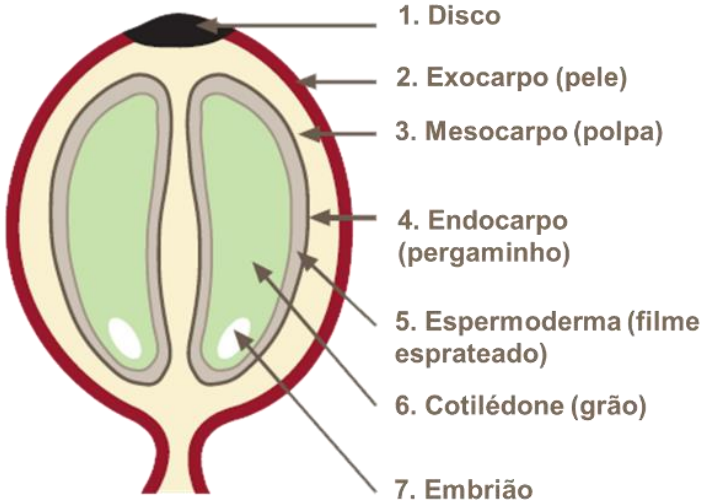
O mesocarpo, de estrutura carnosa, é rico em mucilagem, composta predominantemente por açúcares e pectinas. Em razão do elevado teor desses compostos, essa camada é frequentemente denominada simplesmente mucilagem, localizando-se entre o exocarpo e o endocarpo (BORÉM, 2008).

O endocarpo, também denominado pergaminho, constitui a camada mais interna do pericarpo e representa aproximadamente 3,8% da massa do fruto seco (BORÉM, 2008).

As sementes de café são formadas pela película prateada (tegumento), pelo endosperma e pelo embrião. A permanência da película prateada durante a torra pode dar origem aos chamados *fox beans*, grãos de coloração caramelo valorizados em algumas regiões. No entanto, essa característica pode comprometer a qualidade do produto, especialmente quando associada a grãos imaturos, que tendem a apresentar coloração mais clara e aspecto indesejado, afetando negativamente o lote e conferindo adstringência à bebida (EMBRAPA, 2020).

O endosperma, tecido de reserva da semente, possui grande importância por concentrar compostos responsáveis pelo sabor e aroma do café. Apresenta frações solúveis e insolúveis em água e contém cafeína, ácidos, proteínas, minerais e lipídios, componentes essenciais para a formação do perfil sensorial da bebida. A maturação do endosperma ocorre na fase final do desenvolvimento do fruto, sendo determinante para a qualidade final do café (BORÉM, 2008).

Figura 2 - Detalhamento Morfologia do Café



Fonte – Embrapa (2020)

1.2.2 Plantio e Colheita

Na cadeia produtiva do café, é essencial observar a fase de plantio, considerando aspectos como a análise do solo, a topografia da área, o tempo despendido, os implementos a serem utilizados e a escolha da cultivar mais adaptada à região. Esses fatores fornecem embasamento para a definição do espaçamento entre plantas, do distanciamento entre linhas de cultivo e da quantidade de mudas a serem plantadas (SILVA et al., 2022).

A colheita constitui uma etapa primordial para o beneficiamento dos grãos e para a obtenção de um produto de melhor qualidade. De acordo com orientações da EMBRAPA, recomenda-se que a colheita seja realizada quando a maioria dos frutos se encontra no estágio de maturação completa, conhecido como “cereja”, evitando-se a coleta de frutos verdes, que aumentam a incidência de defeitos e comprometem a qualidade da bebida. Em razão da desuniformidade de maturação, que pode ocorrer tanto entre plantas quanto em uma mesma planta, a presença de frutos em diferentes estágios é comum. Além disso, frutos que permanecem por tempo excessivo na planta após a maturação tornam-se mais suscetíveis ao ataque de fungos e insetos, bem como à queda e à fermentação no solo, o que também prejudica a qualidade final do café (EMBRAPA, 2020).

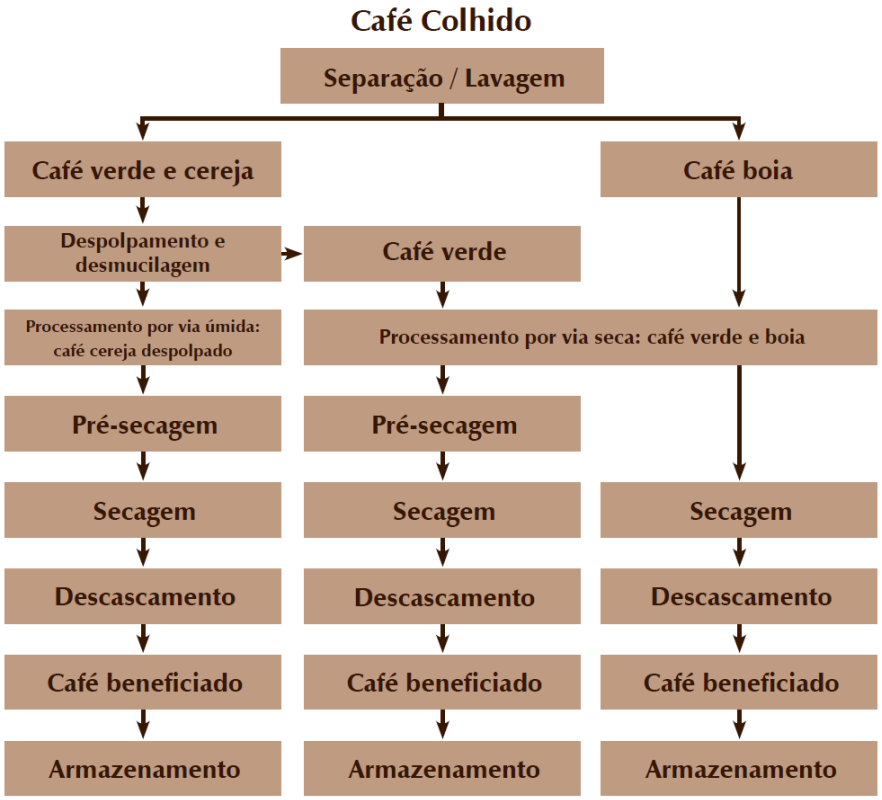
1.2.3 Beneficiamento do Café

O beneficiamento dos grãos de café configura-se como um conjunto de operações e procedimentos realizados sobre o café em coco ou em pergaminho, com o objetivo de obter o café verde (ou cru). Essas operações visam à obtenção de lotes homogêneos, à eliminação de impurezas, ao descascamento, à remoção de defeitos e à classificação dos grãos de acordo com os padrões de comercialização e industrialização (EMBRAPA, 2004; MESQUITA, 2016).

As etapas de beneficiamento são determinantes para a manutenção da qualidade do café. Tradicionalmente, distinguem-se duas principais vias de processamento: a via seca e a via úmida. Neste estudo, consideram-se ambas as abordagens: os frutos maduros (cereja) são direcionados à via úmida, enquanto os frutos verdes e secos (boia) são processados pela via seca. De acordo com a EMBRAPA, na via seca os frutos são submetidos à secagem integral, originando o café em coco, enquanto na via úmida ocorre a remoção da casca e da mucilagem, seguida de etapas como fermentação e secagem.

A Figura 3 apresenta o fluxograma das etapas de beneficiamento do café, evidenciando as fases comuns e específicas de cada via de processamento, desde a recepção dos frutos até o armazenamento, etapa que antecede os processos de torra e embalagem.

Figura 3 - Modelo de Fluxograma Beneficiamento de Café



Fonte - EMBRAPA , Mateus (2015)

No processamento por via úmida, obtém-se o chamado café cereja desmucilado, resultante do fruto maduro submetido ao descascamento mecânico para a remoção da casca, seguido da eliminação da mucilagem, substância viscosa rica em açúcares e polissacarídeos que reveste o fruto. Esse tipo de processamento favorece a obtenção de cafés de maior qualidade, com bebida mais limpa e atributos sensoriais mais valorizados, em razão da maior uniformidade e do melhor controle das etapas pós-colheita.

Por essa razão, recomenda-se que o café cereja seja processado separadamente, sem ser misturado a frutos verdes ou ao café boia, os quais são destinados à via seca. Essa separação contribui para a preservação das características sensoriais e para a maximização do potencial de qualidade do lote, uma vez que a mistura de frutos em diferentes estágios de maturação pode comprometer a qualidade final da bebida.

O processamento do café por via seca consiste em submeter os frutos colhidos à secagem integral, sem a remoção do pericarpo (casca e polpa). Nesse método, os frutos são secos em sua forma natural, ou seja, casca, polpa, mucilagem, pergaminho e semente permanecem conjuntamente durante o processo de secagem. Dessa forma, o grão seca no interior do fruto,

em contato com a polpa, condição que favorece o desenvolvimento de características sensoriais específicas. Como resultado, o café obtido tende a apresentar maior intensidade aromática, menor acidez e maior doçura.

A via seca é o método predominante no Brasil, sendo amplamente utilizada em razão de sua viabilidade operacional e de seu potencial para a obtenção de cafés de qualidade. Entretanto, apresenta maior suscetibilidade à ocorrência de fermentações indesejadas quando o processo não é adequadamente controlado. Ao final dessa etapa, obtém-se o chamado café em coco, que será posteriormente descascado e beneficiado para a obtenção do café verde.

Uma característica relevante da via seca é a geração predominante de resíduos sólidos, em contraste com o processamento por via úmida, que resulta não apenas em resíduos sólidos, mas também em volumes significativos de efluentes líquidos (MATEUS, 2015). Em sistemas de beneficiamento bem estruturados, é possível utilizar de forma combinada as duas vias de processamento, direcionando os frutos de maior qualidade para a via úmida e os de menor qualidade para a via seca, de modo a otimizar o aproveitamento da matéria-prima e maximizar o valor agregado da produção.

Quadro 2 -Quadro Resumido Via Seca X Via Úmida

Aspectos	Processamento por Via Seca	Processamento por Via Úmida
Descrição do processo	Os frutos são submetidos diretamente à secagem, sem a remoção do pericarpo (casca e polpa).	Os frutos maduros passam por descascamento mecânico e remoção completa da mucilagem antes da secagem.
Produto obtido	Café em coco (grão ainda envolto pela casca seca).	Café cereja desmucilado (grão limpo, livre da mucilagem).
Qualidade da bebida	Possui bom potencial de qualidade, mas é mais suscetível à fermentação.	Gera bebida de qualidade superior, com maior uniformidade e destaque sensorial.
Tipos de frutos utilizados	Café verde, boia e cereja podem ser processados conjuntamente.	Utiliza apenas frutos maduros (cereja).
Resíduos gerados	Apenas resíduos sólidos (casca e polpa seca).	Resíduos sólidos e efluentes líquidos (provenientes da lavagem e desmucilagem).
Predominância	Método predominante no Brasil, devido à simplicidade e menor demanda hídrica.	Utilizado em regiões com disponibilidade de água e foco em cafés especiais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024

1.2.4 Torra

A torra do café é o processo térmico que transforma o grão cru (verde), duro e praticamente sem aroma, em um grão torrado, de coloração marrom e intensamente aromático, capaz de originar a bebida que conhecemos. Trata-se de uma etapa decisiva na cadeia de qualidade, pois é durante a torra que se formam os compostos responsáveis pelo aroma, sabor, corpo, acidez e doçura da bebida.

A torra pode ser compreendida como um processo de aquecimento controlado que promove, nos grãos de café, complexas transformações físicas e químicas, determinadas principalmente pela combinação entre tempo e temperatura no torrador. Esse processo desencadeia reações que alteram a cor, a densidade, a composição química, a fragilidade estrutural e as propriedades organolépticas do grão. Em conjunto, essas transformações convertem o grão cru em um produto aromático, apto ao desenvolvimento de seu potencial sensorial (BORÉM, 2008; ILLY; VIANI, 2005).

Durante a torra, os grãos passam por etapas sucessivas — secagem, amarelamento, primeiro *crack* (momento em que ocorre a expansão do grão) e, dependendo do perfil desejado, segundo *crack*, fase em que há maior degradação estrutural e intensificação das reações térmicas. Cada uma dessas etapas promove a formação e a liberação de compostos voláteis e não voláteis que definem o perfil sensorial final da bebida.

O grau de torra influencia diretamente o sabor, pois determina quais compostos químicos serão formados ou degradados e, consequentemente, quais serão extraídos durante o preparo da bebida. Esse fator também está associado à coloração do grão torrado, considerando-se condições adequadas de qualidade da matéria-prima.

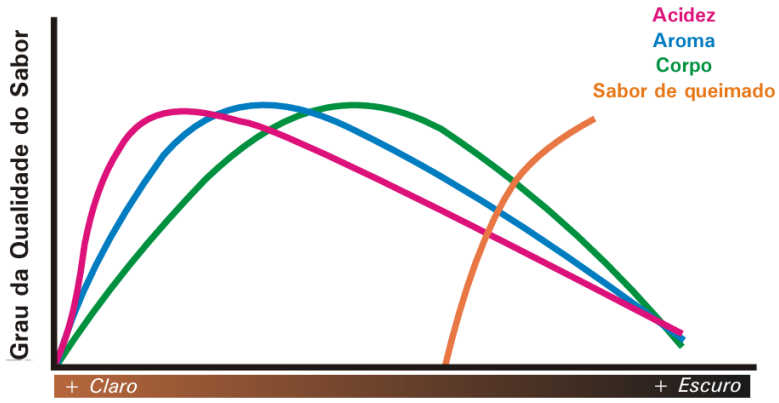
O processo de torra é determinante para a definição do tipo de bebida, geralmente classificada em torra clara, média ou escura, sendo cada uma responsável por influenciar diretamente o perfil sensorial do café e o segmento de mercado ao qual se destina. As torras escuras, comuns em cafés tradicionais e comerciais, apresentam coloração marrom-escura a quase preta, com grãos de superfície oleosa, resultado da maior degradação térmica e da migração de óleos para a superfície. Esse perfil tende a intensificar notas amargas e a mascarar características de origem. Deve-se ter cautela na adoção de torras muito escuras, pois temperaturas excessivas podem degradar compostos importantes para a qualidade sensorial da bebida, reduzindo a complexidade aromática e descaracterizando atributos desejáveis do café.

As torras médias, por sua vez, proporcionam maior equilíbrio entre acidez, doçura e amargor. Com coloração marrom intermediária, são amplamente utilizadas por torrefações especializadas, pois permitem que os atributos inerentes à origem do grão se expressem de forma mais evidente. Os perfis sensoriais tendem a ser mais complexos, podendo apresentar notas de caramelo, nozes, chocolate e frutas, a depender da variedade e do método de processamento.

Por fim, as torras claras, predominantes no segmento de cafés especiais, são interrompidas logo após o primeiro *crack*, preservando em maior medida as características originais do grão e favorecendo a expressão de seus atributos sensoriais. Apresentam acidez mais elevada e perfis sensoriais mais vibrantes, frequentemente associados a notas florais, frutadas ou cítricas. Esse tipo de torra é particularmente adequado para evidenciar as nuances relacionadas à origem, à variedade e aos métodos de processamento pós-colheita.

A Figura 4 apresenta as curvas que relacionam a evolução do perfil sensorial ao grau de torra, evidenciando como esse parâmetro influencia os componentes e as características da bebida. Observa-se que, nas torras claras, a acidez tende a ser mais pronunciada; contudo, à medida que a torra se intensifica e se aproxima de perfis mais escuros, essa característica é gradualmente reduzida, dando lugar a notas caramelizadas, achocolatadas e amargas (MELO, 2004).

Figura 4 - Curva de Torra x Sabor



Fonte: Melo (2004).

Por se tratar de uma etapa crítica, é fundamental estabelecer um rigoroso controle do processo de torra, uma vez que mesmo grãos de alta qualidade podem resultar em uma bebida de qualidade inferior quando submetidos a perfis de torra inadequados. Por outro lado, um processo bem definido e conduzido por operadores experientes é capaz de maximizar o potencial sensorial do café, especialmente no segmento de cafés especiais.

Nesse contexto, a padronização do processo de torra, por meio da definição de parâmetros operacionais e da elaboração de procedimentos estruturados, torna-se essencial para garantir a repetibilidade da qualidade e a estabilidade do perfil sensorial da bebida, especialmente em ambientes produtivos com baixo grau de formalização, como aqueles observados nas comunidades quilombolas.

1.2.5 Classificação da Qualidade do Café Torrado

As categorias Extraforte/Tradicional, Superior e Gourmet foram oficialmente instituídas em 2006 pelo Programa de Qualidade do Café (PQC), iniciativa da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), que ampliou os critérios de avaliação do produto ao considerar não apenas o nível de impurezas presentes no café, mas também os atributos sensoriais da bebida, como aroma, sabor e qualidade geral. Embora não seja objetivo deste trabalho aprofundar-se nessas classificações, foi incluída, nos apêndices, uma tabela que sintetiza suas principais características, sendo possível consultar informações mais detalhadas na norma que regulamenta o programa, disponível no site da própria ABIC.

Complementarmente, a Portaria SDA nº 570, de 9 de maio de 2022, publicada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, estabelece o padrão oficial de classificação do café torrado no Brasil, definindo requisitos de identidade e qualidade, procedimentos de amostragem, formas de apresentação e critérios de rotulagem. Essa normativa consolida um marco regulatório atualizado para a padronização e a transparência do produto no mercado. Nesse contexto, o programa de controle da ABIC também desempenha papel relevante ao contribuir para a redução de fraudes e adulterações no café comercializado no país, fortalecendo a confiança do consumidor e a qualidade do produto brasileiro.

1.2.6 Cafés Especiais, Microlotes e Certificações

O mercado de café caracteriza-se por elevada complexidade, mas pode ser altamente recompensador para os produtores que conseguem atender aos requisitos de qualidade demandados pelos consumidores. A valorização do produto depende de um conjunto de fatores que envolve desde o manejo adequado da lavoura e a condução criteriosa das etapas de pós-colheita até o cumprimento de responsabilidades socioambientais inerentes ao sistema de produção (BORÉM, 2008; EMBRAPA, 2020). Quando esses elementos são articulados de forma consistente, torna-se possível posicionar o café estrategicamente no mercado, ampliando sua competitividade e seu potencial de agregação de valor.

No Brasil, os cafés especiais vêm ganhando crescente espaço, impulsionados pelas características singulares das regiões produtoras, cujo *terroir*, associado às cultivares locais, contribui para a produção de bebidas complexas e de elevada qualidade sensorial, frequentemente valorizadas nos mercados nacional e internacional (BSCA, 2021; ICO, 2019). Nesse contexto, a escolha da cultivar torna-se decisiva para a expressão sensorial do café. Instituições de pesquisa têm direcionado esforços ao desenvolvimento de materiais genéticos que, além de elevada produtividade e resistência a pragas e doenças, apresentem atributos

sensoriais superiores na bebida (SOUZA et al., 2018; CARVALHO et al., 2014). Essa busca pela excelência tem favorecido a produção de microlotes com qualidade diferenciada, rastreabilidade e elevado potencial de valorização comercial.

1.2.7 Mercado de Cafés Especiais

Características como solo, espécie (ou cultivar), altitude, amplitude térmica e clima são determinantes para a qualidade da bebida (CECAFÉ, 2025). A esses fatores somam-se as práticas adotadas durante a colheita e nas etapas de pós-colheita, especialmente no beneficiamento. À medida que esses elementos passaram a atuar como diferenciais capazes de agregar valor ao produto, consolidou-se um segmento de mercado voltado aos cafés especiais, destinado a consumidores que buscam experiências sensoriais diferenciadas e valorizam atributos como aroma, sabor, rastreabilidade e identidade de origem.

Segundo dados do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFÉ, 2025), no biênio 2024–2025 foram exportadas 8,907 milhões de sacas de cafés diferenciados, ao preço médio de US$ 369,56 por saca, evidenciando a relevância econômica desse segmento.

No contexto das comunidades quilombolas, que frequentemente enfrentam limitações de infraestrutura, o acesso a esses mercados requer soluções produtivas e tecnológicas compatíveis com suas especificidades. Nesse cenário, a verticalização da produção, na qual o produtor controla as etapas que vão da produção de mudas à comercialização do produto final, apresenta-se como uma alternativa promissora. Essa abordagem é compatível com as características dessas unidades produtivas, geralmente marcadas pela pequena escala, pelo uso predominante de mão de obra familiar e por volumes reduzidos de produção, fatores que favorecem a produção de microlotes, os quais apresentam elevado potencial de agregação de valor e de valorização comercial (SILVA et al., 2022).

1.2.8 Microlotes de Café

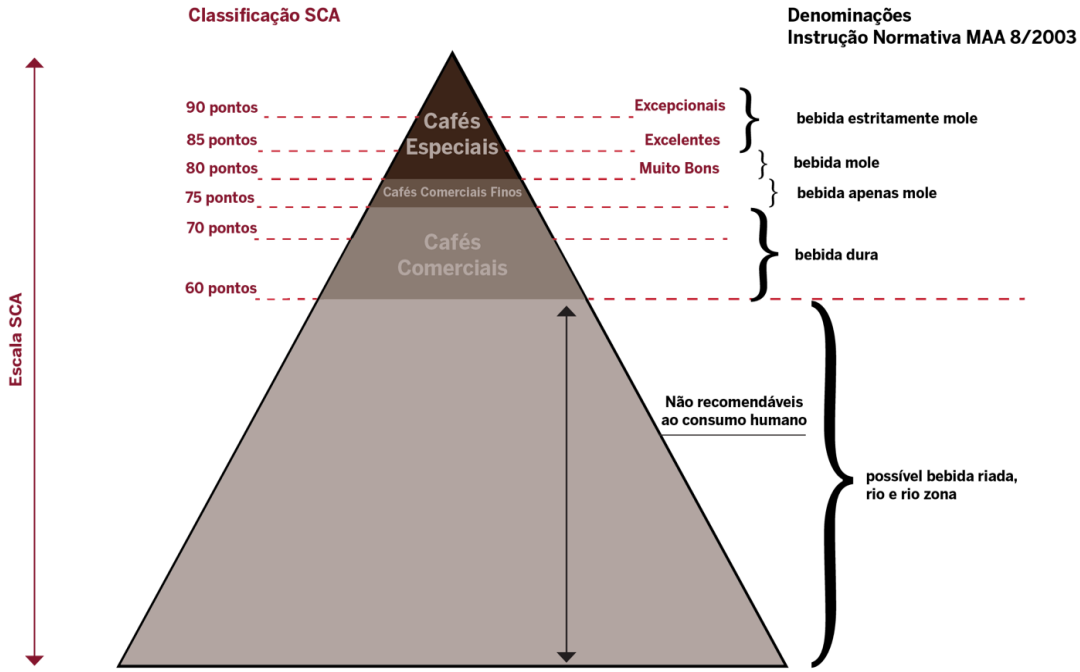
Os microlotes de café podem ser compreendidos como pequenos lotes de produção intencionalmente segregados, resultantes da seleção de talhões específicos, variedades botânicas, condições edafoclimáticas singulares ou protocolos diferenciados de processamento pós-colheita. De acordo com a *Specialty Coffee Association* (SCA), a separação de microlotes constitui uma estratégia voltada ao aprimoramento da rastreabilidade e à maximização do potencial sensorial, permitindo identificar e valorizar atributos particulares de cada origem.

No mercado de cafés especiais, um microlote é geralmente caracterizado como um lote de produção reduzida, rastreável e conduzido de forma independente, com base em critérios de

qualidade, *terroir* ou método de processamento. Embora não exista uma padronização internacional quanto ao seu volume, na prática comercial esses lotes costumam variar entre 150 kg e 1.500 kg de café beneficiado, o que corresponde, aproximadamente, a 3 a 30 sacas de 60 kg. Essa dimensão reduzida favorece maior controle das etapas produtivas, da rastreabilidade e da qualidade final, contribuindo para a obtenção de produtos diferenciados.

Para que sejam reconhecidos no segmento de cafés especiais, os microlotes devem alcançar pontuação igual ou superior a 80 pontos na escala de avaliação sensorial da SCA. A Figura 5 apresenta o sistema de classificação utilizado, evidenciando que pontuações mais elevadas estão associadas à maior agregação de valor e, consequentemente, a preços mais elevados no mercado.

Figura 5 - Classificação SCA



Fonte: TRAUER (2021)

1.2.9. Certificação

A certificação do café consiste em um processo formal pelo qual uma propriedade, um lote, um sistema produtivo ou uma cadeia de valor é avaliado por uma organização independente, com base em padrões técnicos, ambientais, sociais ou de qualidade previamente estabelecidos. Ao final desse processo, o produtor ou o lote recebe um selo que atesta o atendimento a esses requisitos, conferindo maior credibilidade, rastreabilidade e agregação de valor ao produto. Embora envolva custos de implementação e manutenção, a certificação pode ampliar o acesso de pequenos produtores aos mercados de cafés diferenciados. Em razão da diversidade de sistemas certificadores

disponíveis, torna-se fundamental avaliar quais modalidades melhor se alinham às características do empreendimento e ao mercado consumidor que se pretende atender (MUNDIM et al., 2024).

Entre as certificações de maior relevância destacam-se aquelas voltadas aos cafés orgânicos e ao *Fair Trade*, que, quando obtidas, tendem a ampliar a atratividade do produto para empresas e consumidores que valorizam práticas sustentáveis, responsabilidade social e qualidade. Esse diferencial frequentemente se reflete em melhores oportunidades de comercialização e maior agregação de valor. De forma semelhante, as certificações de origem asseguram a procedência do produto e reforçam sua identidade territorial, agregando valor de maneira análoga ao que ocorre em mercados como os de vinhos e queijos. O Quadro 3 apresenta as principais certificações que podem ser incorporadas pelos produtores de café do município de Barra do Turvo.

Nesse contexto, marcado pela expansão do mercado de cafés especiais e pela necessidade de modelos capazes de apoiar a organização dos processos produtivos, a implementação de um *framework* de gestão voltado ao beneficiamento do café deve transcender a busca por eficiência técnica, incorporando dimensões sociais, culturais, econômicas e organizacionais das comunidades envolvidas. Essa abordagem deve respeitar a identidade local e os conhecimentos tradicionais, ao mesmo tempo em que promove a padronização dos processos necessária para assegurar a qualidade, a rastreabilidade e a consistência do produto, atributos que constituem importantes diferenciais competitivos no mercado de cafés especiais.

Quadro 3- Categorias de qualidade e certificações utilizadas na cadeia produtiva do café

Certificação	Característica
Café gourmet:	São grãos de café arábica de alta qualidade. É um produto diferenciado, quase livre de defeitos. A produção de café gourmet tem sido incentivada pela Organização Internacional do Café (OIC).
Café de origem certificada:	Relaciona-se às regiões de origem dos plantios, uma vez que alguns dos atributos de qualidade do produto são inerentes à região onde a planta é cultivada. O monitoramento da produção é necessário para a rotulagem.
Café orgânico:	Desenvolvido sob as regras da produção orgânica. Isso significa que o café deve ser cultivado com fertilizantes orgânicos e o controle de pragas e doenças deve ser feito por meio de controle biológico. Para ser rotulado como orgânico, tanto a produção como o processamento precisam ser monitorados por uma agência certificadora credenciada.
Café *fair trade*	Consumido em países desenvolvidos por consumidores preocupados com as condições sociais e ambientais sob as quais o café é cultivado. Observa-se uma disposição para pagar mais pelo café produzido por pequenos agricultores. O processamento também é monitorado, para garantir a presença dos atributos de qualidade desejados.

Fonte: Adaptado SEBRAE-SP (2025)

1.2.10 Cafeicultura em Barra do Turvo

Historicamente, o município de Barra do Turvo, assim como grande parte da região do Vale do Ribeira, não integrava as áreas tradicionais de cultivo de café no estado de São Paulo. Fatores como altitude, relevo e condições edafoclimáticas eram considerados limitantes para o desenvolvimento da cafeicultura. Esse cenário começou a se modificar por volta de 2012, quando a Prefeitura Municipal, em parceria com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgão vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, introduziu na região a cultivar Obatã Vermelho.

A cultivar demonstrou excelente adaptação às condições edafoclimáticas locais, destacando-se pela elevada produtividade, pela qualidade da bebida e pela resistência à ferrugem do cafeeiro, doença causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, considerada uma das principais enfermidades da cafeicultura mundial. A ferrugem manifesta-se pelo aparecimento de pústulas de coloração alaranjada na face inferior das folhas, provocando desfolha precoce, redução da capacidade fotossintética e, consequentemente, diminuição da produtividade. Seu desenvolvimento é favorecido por temperaturas amenas a moderadamente elevadas, associadas a altos índices de umidade, condições frequentemente observadas no município (CARVALHO, 2007).

1.2.11 Obatã Vermelho IAC 1669-20

A cultivar Obatã Vermelho IAC 1669-20 foi lançada oficialmente no ano 2000, sendo resultado do cruzamento entre Villa Sarchi e o Híbrido de Timor, seguido de hibridação natural com a cultivar Catuaí Vermelho. Destaca-se pela elevada resistência à ferrugem do cafeeiro, maturação tardia e alta produtividade, podendo alcançar cerca de 37,5 sacas de café beneficiado por hectare ao ano. Apresenta porte baixo, frutos grandes de coloração vermelha e excelente qualidade de bebida, sendo especialmente recomendada para sistemas de plantio adensado ou em renque, com espaçamentos semelhantes aos utilizados para a cultivar Catuaí Vermelho (CARVALHO et al., 2022).

Essas características fazem da Obatã Vermelho uma alternativa agronomicamente vantajosa, uma vez que sua elevada resistência à ferrugem do cafeeiro contribui para reduzir a necessidade de aplicações de fungicidas, favorecendo práticas de manejo mais sustentáveis, com menor impacto ambiental e potencial redução dos custos de produção. Tais atributos mostram-se particularmente compatíveis com a realidade da agricultura desenvolvida por comunidades quilombolas e pequenos produtores do município de Barra do Turvo.

Essa adaptação às condições edafoclimáticas da região tem sido evidenciada pelos resultados obtidos por produtores locais em concursos de qualidade e premiações do setor de cafés

especiais. Quando adequadamente cultivada e processada, a cultivar apresenta elevado potencial sensorial, destacando-se pela doçura, pela intensidade aromática e por notas de caramelo e mel, atributos amplamente valorizados nesse segmento de mercado. O Anexo 1 apresenta informações complementares sobre as características agronômicas e sensoriais dessa cultivar.

Figura 6 - Cultivare Obatã Vermelho IAC 1669-20



Fonte: EMBRAPA (2022)

1.2.12 Reconhecimentos e Premiações

O recente reconhecimento da qualidade do café produzido no município de Barra do Turvo, evidenciado em concursos especializados, ampliou as possibilidades para que comunidades quilombolas e pequenos produtores locais invistam na produção de cafés especiais, agregando maior valor à produção regional. Nesse contexto, a produção em microlotes apresenta-se como uma estratégia produtiva viável, ao permitir maior controle da qualidade e valorização das características sensoriais da bebida. Esse potencial é reforçado pelas premiações obtidas por produtores da região, que vêm conquistando reconhecimento pela excelência dos cafés produzidos localmente.

Um exemplo recente ocorreu no 24.º Concurso Estadual de Qualidade do Café de São Paulo, realizado em 2025 e divulgado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Na ocasião, foram avaliadas aproximadamente 400 amostras de cafés das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, provenientes de 77 municípios do estado. O primeiro lugar entre os cafés arábica, na categoria convencional via úmida, foi conquistado pelo produtor Ozico Pereira, em parceria com Pedrina de Paula Pereira, com a obtenção de 91,10 pontos. A avaliação técnica considerou atributos sensoriais da bebida, qualidade física dos grãos e métodos de preparo, reforçando o potencial da região para a produção de cafés de elevada qualidade.

Essa premiação é relevante, pois, conforme observado nas atividades de campo realizadas durante o desenvolvimento deste estudo, o Sr. Ozico, juntamente com um grupo restrito de agricultores locais, diferenciou-se pela adoção preferencial do beneficiamento por

via úmida e pela produção em microlotes, além da aplicação de critérios mais rigorosos de controle na etapa de torrefação. Em contraste, as comunidades quilombolas visitadas adotam predominantemente o processamento por via seca e ainda não incorporaram, de maneira sistemática, práticas direcionadas à melhoria da qualidade do café produzido.

A cafeicultura em Barra do Turvo caracteriza-se, portanto, como uma atividade relativamente recente, ainda em processo de consolidação, mas com significativo potencial de expansão. Nesse cenário, evidencia-se a necessidade de maior suporte técnico, tanto na produção agrícola quanto nas etapas de beneficiamento, reforçando a pertinência do desenvolvimento de um framework adaptado à realidade comunitária e às especificidades territoriais. Essa abordagem possibilita identificar oportunidades de melhoria, especialmente aquelas associadas aos princípios do Lean Manufacturing, que podem ser incorporadas de forma gradual e estruturada a partir da análise das diferentes etapas do processo produtivo.

Figura 7 - Produtores Ozico Pereira e Pedrina Pereira



Fonte: MARQUES, Gilberto. Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA), 2026.

1.3 *Lean*

O pensamento *Lean*, ou pensamento enxuto, constitui uma filosofia de gestão e um modelo mental orientado à criação de valor e à eliminação contínua de desperdícios ao longo dos processos produtivos. Como o próprio nome indica, trata-se de uma abordagem que busca organizar e otimizar a produção de forma eficiente, com foco naquilo que efetivamente agrega valor sob a perspectiva do cliente. Sua origem moderna está associada ao Sistema Toyota de Produção, cuja trajetória foi amplamente difundida na obra *A Máquina que Mudou o Mundo*, de James P. Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, publicada em 1990. O livro descreve como,

no Japão do pós-guerra — marcado pela escassez de recursos e pela diversidade de demandas —, foram desenvolvidos princípios como a melhoria contínua, a flexibilidade produtiva e a otimização do uso de recursos, fatores que contribuíram para a rápida recuperação econômica do país (SHINGO, 2011).

A Toyota Motor Company foi a principal organização responsável por consolidar o sistema enxuto e por influenciar o desenvolvimento de práticas produtivas eficientes e competitivas, posteriormente disseminadas em escala global. Embora a obra tenha como foco a indústria automotiva, os princípios nela apresentados possuem caráter universal, podendo ser compreendidos como a aplicação sistemática do bom senso à gestão das atividades produtivas.

O processo de consolidação da filosofia *Lean*, conforme descrito por James P. Womack, passa pelo entendimento da empresa como uma comunidade. Nesse sentido, o autor a concebe como um organismo social, destacando um período de reestruturação em que cerca de um terço dos funcionários foi demitido e o presidente da companhia, Kiichiro Toyoda, destituído. Esse contexto possibilitou a celebração de um acordo entre o sindicato e a empresa, garantindo a estabilidade dos trabalhadores por vários anos, o que, em um país em reconstrução, mostrou-se particularmente relevante.

Tal aspecto pode passar despercebido quando a análise se concentra apenas nos resultados operacionais. Contudo, a implementação de uma filosofia de gestão somente se consolida quando faz sentido no âmbito coletivo. O Japão, apesar de sua rápida industrialização, tendo, em pouco mais de um século, transitado de uma sociedade feudal e isolada para uma economia moderna, preserva traços culturais associados à organização social tradicional e a uma religiosidade própria. Nesse contexto, o Sistema Toyota de Produção emergiu em um ambiente permeado por valores das tradicionais famílias samurais e pelo xintoísmo, entre os quais se destacam as noções de pureza, harmonia e simplicidade (GAARDER, 2000).

Esses elementos, incorporados à cultura organizacional japonesa, favoreceram o desenvolvimento de práticas como a organização meticulosa do espaço produtivo, a disciplina nas rotinas padronizadas e a ênfase no trabalho coletivo — aspectos posteriormente sistematizados em ferramentas como o 5S, o *Kaizen* e o mapeamento do fluxo de valor. O *Lean*, portanto, incorpora práticas culturais que refletem uma concepção de ordem, continuidade e respeito ao ambiente, características intimamente ligadas ao *ethos* japonês. Tal constatação ajuda a explicar as dificuldades frequentemente enfrentadas por empresas ocidentais na implementação dessa filosofia, uma vez que, não raramente, buscam aplicar seus princípios sem a devida compreensão da cultura organizacional e dos indivíduos que a compõem.

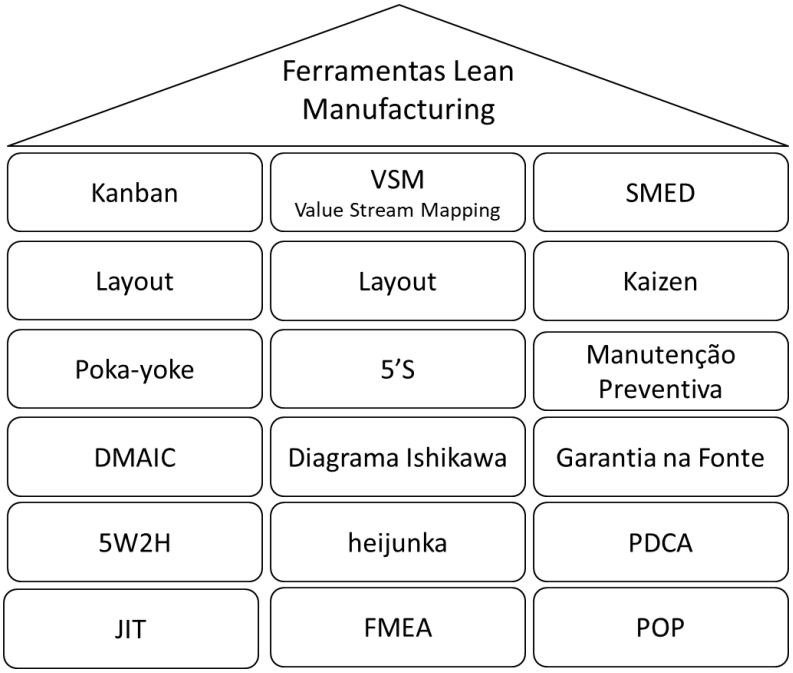
No campo conceitual, James P. Womack e Daniel T. Jones (2004) descrevem o *Lean Thinking* como uma filosofia operacional voltada à redução de *lead times*, à melhoria da qualidade, à redução de custos e ao aumento da eficiência, por meio da melhoria do fluxo e da eliminação de desperdícios. Quando aplicado aos ambientes produtivos, esse conjunto de princípios materializa-se no *Lean Manufacturing*, cuja ênfase recai sobre a aplicação prática dos conceitos enxutos diretamente nos processos produtivos. Dalvio Ferrari Tubino (2015) reforça que a manufatura enxuta consiste na utilização de um conjunto de técnicas derivadas do Sistema Toyota de Produção (STP), com o objetivo central de aumentar a eficácia dos sistemas produtivos por meio da eliminação sistemática de perdas.

O *Lean Manufacturing* tem sido progressivamente explorado também no contexto da agricultura, especialmente em pequenas propriedades rurais, nas quais a eficiência no uso de recursos constitui fator decisivo para a sustentabilidade econômica da produção (HUALPA-ZÚÑIGA, 2024). Diferentemente de sistemas agrícolas altamente mecanizados, essas propriedades caracterizam-se, em geral, pela forte dependência de mão de obra familiar, pela limitação de capital para investimentos em tecnologia e pela elevada variabilidade das condições produtivas. Nesse cenário, os princípios *Lean* — como a eliminação de desperdícios, a organização do ambiente de trabalho, a melhoria contínua e o foco no valor para o cliente — contribuem para a otimização das atividades agrícolas, promovendo melhor planejamento das etapas produtivas, redução de perdas de insumos e matérias-primas, além de maior organização dos fluxos de trabalho. Estudos indicam que a adaptação desses princípios ao contexto agrícola pode favorecer ganhos de produtividade, melhoria da qualidade dos produtos e maior estabilidade operacional, aspectos particularmente relevantes para pequenos produtores que buscam ampliar sua competitividade e fortalecer sua inserção em mercados diferenciados (ECHEVESTE, 2018).

Do ponto de vista prático, Ferreira (2016) destaca que a aplicação do *Lean Manufacturing* envolve a identificação do estado atual do sistema produtivo, a análise de oportunidades de melhoria e a orientação da tomada de decisão com base em evidências, resultando em ganhos de eficiência e qualidade dos processos. Sua operacionalização ocorre por meio da utilização de ferramentas específicas, cada uma com uma função definida: o 5S organiza o ambiente de trabalho; o *Kaizen* promove a melhoria contínua; o *poka-yoke* previne erros; o *SMED* reduz os tempos de troca; o *Kanban* auxilia no controle de estoques; o *Just in Time* (JIT) ajusta a produção à demanda; e o *Value Stream Mapping* (VSM) permite a identificação de desperdícios e a otimização dos processos (PALANGE, 2021). Além dessas, é recorrente a utilização de ferramentas complementares que auxiliam na implementação do *Lean* (BRASIL, 2023).

No entanto, é importante ressaltar que as ferramentas do *Lean Manufacturing* surgiram posteriormente ou foram incorporadas à sua filosofia como meios para viabilizar sua operacionalização. O núcleo do pensamento enxuto reside na busca contínua pela melhoria dos processos, e não na aplicação isolada de instrumentos voltados à otimização de aspectos específicos da gestão. Como destaca Jeffrey Liker (2016), muitas organizações fracassam na implementação do *Lean* de forma superficial, reduzindo-o a um conjunto de ferramentas, sem incorporar seus fundamentos conceituais mais profundos nem adotar uma visão sistêmica e integrada dos processos.

Figura 8 – Ferramentas Lean Manufacturing



Fonte: Adaptado PALANGE (2021)

A Figura 9 apresenta os oito desperdícios (Muda) considerados na metodologia Lean Manufacturing, enquanto o Quadro 5 descreve, de forma sintética, como esses desperdícios podem ser identificados e compreendidos no contexto do sistema produtivo.

Figura 9 - 8 desperdícios Lean



Fonte: Brasil (2023)

Quadro 4 - 8 desperdícios Lean

Desperdício	Conceito	Explicação
Superprodução	Produzir mais, mais rápido ou mais cedo do que o necessário	Causa acúmulo de estoque, maior gasto energético e esconde problemas.
Estoques	Acúmulo de matérias-primas, produtos em processo ou produtos acabados.	Representa capital paralisado, espaço desnecessário e custos de manutenção. Esconde deficiências do processo, como longos *lead times* ou baixa qualidade.
Espera	Tempo de inatividade de pessoas, máquinas ou materiais aguardando o próximo passo do processo.	Um desperdício de tempo e produtividade. Ocorre por gargalos, falta de balanceamento de linha ou atraso na entrega de informações/componentes.
Transporte	Movimentação desnecessária de materiais, produtos ou, informações.	Não adiciona valor ao produto; apenas custos, riscos de avaria, e tempo de ciclo. Deve-se buscar o layout mais eficiente possível.
Processo Desnecessário	Realizar mais trabalho no produto do que o exigido pelo cliente (super-processamento).	Uso de ferramentas, tolerâncias, ou métodos excessivamente não adequados ou redundantes.
Movimentos Desnecessários	Movimentos ineficientes ou ergonômicos inadequados dos operadores.	Desperdício de esforço humano. Inclui procurar ferramentas, esticar-se, curvar-se, caminhar ou qualquer movimento que possa levar à fadiga ou lesão.
Defeitos e Retrabalho	Produtos ou serviços que não atendem às especificações de qualidade e requerem reparo ou descarte.	Causa custos duplicados (mão de obra, material, energia) e afeta a satisfação do cliente.
Intelectual	Não utilizar as habilidades, criatividade e conhecimento dos colaboradores.	Representa a perda de oportunidades de inovação e melhoria que vêm da participação ativa dos funcionários.

Fonte – Adaptado Senai-SP (2024)

1.3.1 Lean em comunidades quilombolas

No contexto da produção de café em comunidades quilombolas, os princípios do *Lean Manufacturing* revelam-se particularmente adequados, desde que aplicados à realidade cultural dessas comunidades. A aplicação de suas ferramentas deve ser simplificada ao máximo, uma vez que se trata de sistemas produtivos geralmente caracterizados por limitações de infraestrutura, elevada variabilidade operacional, dificuldade de acesso a máquinas e insumos e forte presença de conhecimentos tradicionais, próprios de contextos não adaptados às formas produtivas industriais.

Nessa perspectiva, a filosofia *Lean* oferece princípios capazes de orientar a organização da produção por meio da eliminação de desperdícios, da melhoria do fluxo produtivo e da valorização do trabalho humano. Sua aplicação ao beneficiamento do café pode contribuir para o melhor aproveitamento do tempo nas etapas de colheita, secagem e seleção, para a organização do ambiente produtivo, para a redução de perdas de matéria-prima e para a padronização das operações, fatores que impactam diretamente a qualidade final do produto e o acesso a mercados diferenciados (HUALPA-ZÚÑIGA, 2024).

Ao integrar os princípios do *Lean Manufacturing* ao beneficiamento de café em comunidades quilombolas, estabelece-se uma convergência entre conhecimento técnico e saberes tradicionais, permitindo a incorporação de práticas produtivas simples, eficientes e culturalmente compatíveis. Nesse contexto, destaca-se o *Lean and Green Synergy Model* (LGS), um modelo conceitual que integra os princípios do *Lean Manufacturing* a práticas de sustentabilidade ambiental (*Green*). Considerando que muitos dos desperdícios identificados pelo *Lean* correspondem também ao uso ineficiente de recursos naturais, sua eliminação tende a gerar benefícios econômicos e ambientais de forma simultânea. Assim, a adoção do *Lean* pode ser compreendida como um passo fundamental para a implementação da abordagem *Lean-Green*, que, além de constituir uma vantagem competitiva, estabelece bases para sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e alinhados ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades produtoras de café (PALANGE, 2021).

Diante desse contexto, torna-se relevante estruturar um modelo capaz de traduzir esses princípios em diretrizes aplicáveis à realidade produtiva das comunidades quilombolas. Nesse sentido, a presente pesquisa propõe o desenvolvimento de um *framework* de gestão da produção fundamentado nos princípios do *Lean Manufacturing*, adaptado às especificidades do beneficiamento de café em contextos comunitários. O modelo busca integrar eficiência produtiva, valorização dos saberes locais e sustentabilidade, constituindo uma base conceitual e operacional capaz de orientar a organização das atividades produtivas e de contribuir para o fortalecimento socioeconômico dessas comunidades. Os Quadros 5 e 6 apresentam as ferramentas do *Lean* que podem ser utilizadas na melhoria do processo produtivo com base no *framework* elaborado.

Quadro 5 - Aplicação Ferramentas do Lean 1

Ferramenta Lean	Descrição	Etapa da Cadeia do Café	Aplicação no Framework	Benefícios Esperados
Kaizen	Filosofia de melhoria contínua baseada em pequenas mudanças realizadas de forma participativa pelos colaboradores.	Todas as etapas	Reuniões periódicas entre os membros da comunidade para propor melhorias no fluxo de secagem, beneficiamento e comercialização do café.	Aprimoramento contínuo dos processos e fortalecimento do trabalho coletivo.
5S	Método de organização do ambiente de trabalho baseado em cinco sensos: utilização, ordenação, limpeza, padronização e disciplina.	Beneficiamento / Armazenamento	Organização do espaço do centro comunitário com identificação visual para ferramentas, equipamentos e sacarias.	Redução de perdas, maior segurança e melhor organização.
Kanban	Sistema visual de controle do fluxo de produção que utiliza cartões ou sinais para indicar o andamento das atividades.	Beneficiamento / Torra / Embalagem	Utilização de quadro visual para acompanhar o status dos lotes de café em cada etapa do processamento.	Maior controle do fluxo produtivo e transparência das atividades.
Poka-Yoke	Dispositivos ou procedimentos projetados para prevenir erros humanos durante a execução de um processo.	Classificação / Embalagem	Utilização de etiquetas padronizadas e sistemas de identificação para evitar erros na classificação e origem dos lotes de café.	Redução de erros e melhoria da rastreabilidade do produto.
Value Stream Mapping (VSM)	Ferramenta de mapeamento que permite visualizar todas as etapas de um processo para identificar desperdícios e oportunidades de melhoria.	Toda a cadeia produtiva	Mapeamento das etapas da cadeia produtiva do café desde a colheita até a comercialização.	Identificação de gargalos e melhoria do fluxo produtivo.
PDCA	Ciclo de melhoria contínua composto pelas etapas: planejar, executar, verificar e agir.	Gestão da produção	Aplicação do ciclo para testar melhorias nos métodos de secagem, torra ou embalagem do café.	Aprendizado organizacional e melhoria sistemática dos processos.
GBO	Ferramenta que verifica o nível de ocupação de cada etapa do processo	Beneficiamento / Torra / Embalagem	Verificar os gargalos que podem ocasionar perdas	Maior agilidade no processo e melhor distribuição das atividades

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quadro 6 - Aplicação Ferramentas do Lean 2

Ferramenta Lean	Descrição	Etapa da Cadeia do Café	Aplicação no Framework	Benefícios Esperados
TPM	Sistema de manutenção que envolve todos os colaboradores na conservação e melhoria dos equipamentos.	Beneficiamento / Torra	Rotinas de inspeção e manutenção preventiva nos equipamentos do centro comunitário de beneficiamento.	Redução de falhas e maior disponibilidade dos equipamentos.
Takt Time	Indicador que determina o ritmo de produção necessário para atender à demanda do cliente.	Beneficiamento / Torra / Embalagem	Planejamento da produção com base na demanda mensal de café beneficiado e comercializado.	Produção alinhada à demanda e redução de superprodução.
SMED	Método que busca reduzir o tempo de setup de máquinas e equipamentos.	Torra	Redução do tempo necessário para trocar configurações de torra ou tipos de café.	Maior flexibilidade produtiva e melhor aproveitamento do tempo.
Heijunka	Técnica de nivelamento da produção que busca reduzir variações e criar um fluxo estável.	Planejamento da produção	Distribuição equilibrada das atividades de torra e embalagem ao longo do tempo.	Redução de picos de trabalho e melhor uso da capacidade produtiva.
Fluxo Contínuo	Organização do processo produtivo de forma que o trabalho avance sem interrupções ou estoques intermediários.	Beneficiamento / Torra / Embalagem	Integração das etapas do processamento para evitar esperas entre atividades.	Redução do tempo total de processamento.
KPIs Lean	Indicadores utilizados para monitorar o desempenho e os resultados do sistema produtivo.	Gestão da produção	Monitoramento de indicadores como volume beneficiado, tempo de processamento e qualidade do café.	Melhor tomada de decisão baseada em dados.
POP	Colabora para a manutenção de um padrão de qualidade de produtos e serviços..	Beneficiamento / Torra / Embalagem	Padronizar os processos durante as etapas de beneficiamento	Manutenção dos padrões e da forma de trabalho estabelecidas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

1.4 *Design Science Research* (DSR)

A *Design Science Research* (DSR) constitui uma abordagem metodológica orientada ao desenvolvimento de artefatos capazes de responder a problemas reais de forma rigorosa, útil e contextualizada. Diferentemente das tradições explicativas das ciências sociais, a DSR concentra-se na construção de prescrições, como modelos, métodos, processos, *frameworks* ou sistemas, que transformam o conhecimento científico em intervenção prática. Essa centralidade da solução construída é destacada por Alan R. Hevner et al. (2004), ao afirmarem que a DSR busca "criar coisas que funcionam", enfatizando a utilidade como critério fundamental de validade científica.

Autores centrais na área reforçam que o objetivo da DSR vai além da descrição de fenômenos. Alan R. Hevner (2007) afirma que seu propósito é gerar artefatos capazes de trazer benefícios concretos às pessoas e às organizações, enquanto Salvatore T. March e Gerald F. Smith (1995) sustentam que a *Design Science* produz modelos e métodos orientados à resolução de problemas. Assim, o valor científico deriva tanto da construção quanto da avaliação da solução proposta. Avaliar um artefato, segundo Alan R. Hevner et al. (2004), significa determinar em que medida ele resolve o problema para o qual foi projetado, aproximando o processo de pesquisa das lógicas presentes em campos como engenharia, medicina e arquitetura, nos quais teoria e intervenção são indissociáveis.

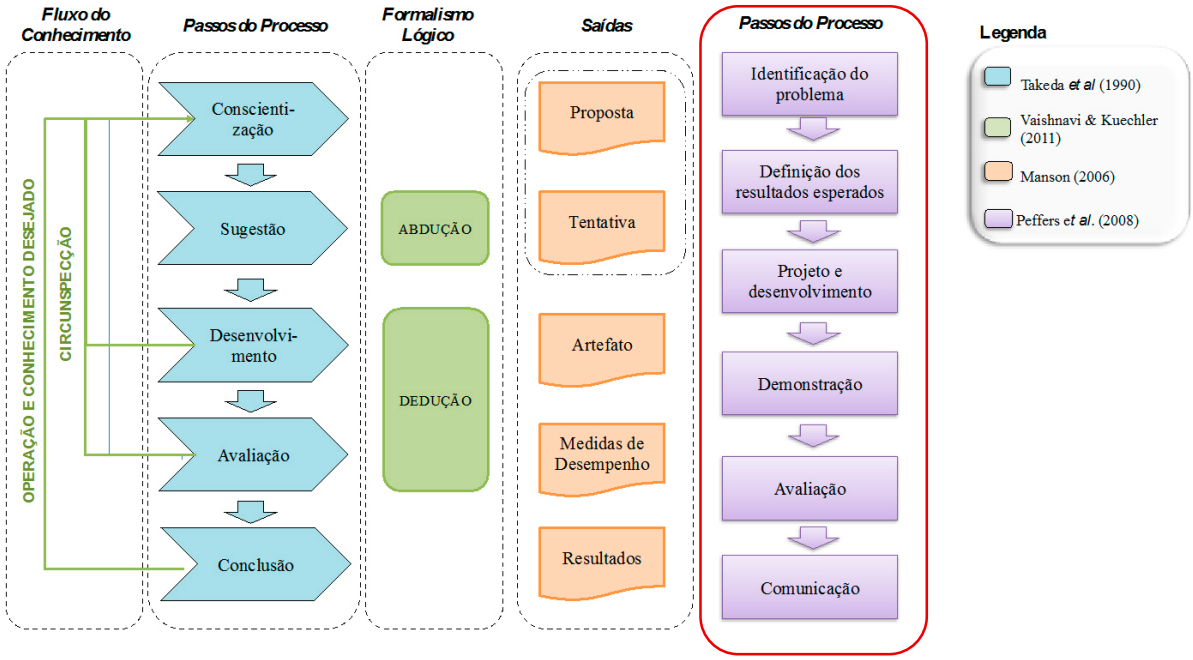
Apesar de sua robustez metodológica, pesquisas de natureza projetual enfrentam desafios, sobretudo no campo das ciências sociais aplicadas. A. Georges L. Romme (2003) observa que esse campo frequentemente sofre críticas quanto ao rigor científico, em razão da subjetividade inerente às relações humanas e das múltiplas interpretações possíveis. Em estudos realizados em comunidades tradicionais, como as quilombolas, esses desafios tornam-se ainda mais evidentes, uma vez que soluções tecnicamente eficientes podem não apresentar legitimidade social. Tensões históricas, desconfiança institucional, formas próprias de organização social e memórias coletivas influenciam a aceitação ou rejeição de práticas produtivas. Nesses cenários, a solução considerada ótima sob critérios industriais não necessariamente corresponde à alternativa mais viável; o objetivo desloca-se para a identificação de soluções "suficientemente adequadas" ao contexto, conforme defendido por Alan R. Hevner (2007).

Nesse processo, a DSR utiliza frequentemente heurísticas de construção. Uma heurística consiste em uma estratégia prática que permite desenvolver uma solução inicial, ainda que não

ideal, a partir da combinação progressiva de elementos orientados por regras lógicas, experiência empírica ou conhecimento tácito. Esse tipo de abordagem é amplamente utilizado em engenharia de produção, otimização e pesquisa operacional, especialmente em ambientes que apresentam limitações de recursos, alta variabilidade e forte dependência de práticas tradicionais — características presentes nos sistemas produtivos de café em comunidades quilombolas. A heurística não garante a melhor solução possível, mas fornece uma base consistente para aprimoramentos subsequentes, articulando tecnologia, conhecimento local e praticidade operacional.

Lacerda (2013), em seu estudo, apresenta um esquema de condução da *Design Science Research* fundamentado nos trabalhos de Takeda, Vaishnavi e Kuechler, Manson e Peffers. Dentre esses modelos, adotou-se como referência para a elaboração deste trabalho a proposta desenvolvida por Peffers, a qual será apresentada de forma mais detalhada na seção metodológica.

Figura 10 - Esquema de Condução DSR



Fonte: Lacerda (2013)

O Quadro 7 permite verificar, de forma sistemática e prática, as abordagens que a DSR possibilita no âmbito deste trabalho.

Quadro 7 - Abordagens DSR

Elemento	Descrição
Problema de Pesquisa	Situação real que apresenta lacunas, ineficiências ou necessidade de melhoria. Deve ser relevante e ter impacto prático para os envolvidos.
Objetivo da Pesquisa	Desenvolver um artefato capaz de solucionar ou mitigar o problema identificado. O artefato deve ser útil, aplicável e avaliado.
Artefato	Objeto central da DSR. Pode ser um método, *framework*, modelo, processo, ferramenta, sistema ou protocolo operacional.
Base Teórica	Conjunto de teorias, conceitos e modelos que fundamentam a construção do artefato. Inclui literatura sobre produção, Lean, café, gestão, entre outros.
Método de Construção (Build)	Processo estruturado para desenvolver o artefato: levantamento de requisitos, modelagem, validação preliminar, ajustes.
Ambiente Aplicado	Contexto real no qual o artefato será aplicado e avaliado — neste caso, o processo de beneficiamento de café da comunidade quilombola de Barra do Turvo.
Avaliação (Evaluate)	Testes, observações, medições e análises que comprovam se o artefato funciona e agrega valor ao ambiente. Podendo envolver indicadores, entrevistas, validação com especialistas e comparação com o estado atual.
Resultados Esperados	Melhorias objetivas no processo, como padronização, redução de desperdícios, fluidez operacional, aumento da qualidade do produto, ou maior eficiência.
Contribuição Científica e Prática	A pesquisa deve gerar avanços teóricos (novo modelo, método ou entendimento) e benefícios reais para a comunidade ou organização.
Ciclo Iterativo da DSR	A DSR é cíclica: o artefato é construído, testado, ajustado e validado sucessivamente até atingir o nível de utilidade e aplicabilidade desejado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

1.4.1 O Artefato

A noção de artefato é essencial para a compreensão do escopo da *Design Science Research*. Conforme Herbert A. Simon (1996), as *sciences of the artificial* dedicam-se ao estudo de entidades artificiais, ou seja, elementos projetados pelo ser humano para modificar determinado estado do mundo. Embora resultem do pensamento projetual, esses artefatos não estão isentos das restrições impostas pelos ambientes natural e social, devendo ser tecnicamente

viáveis, operacionalmente funcionais e socialmente adequados aos contextos nos quais serão aplicados.

Nesse sentido, a DSR reconhece que toda solução concebida deve responder simultaneamente às exigências das ciências tradicionais, como economia, sociologia e engenharia. Dessa forma, o artefato desenvolvido pode ser classificado como um modelo-método, combinando componentes conceituais e operacionais. Essa tipologia híbrida é compatível com a literatura da DSR, que admite a existência de artefatos multifacetados, desde que atendam aos critérios de utilidade, aplicabilidade e capacidade de resolver o problema investigado.

O artefato desenvolvido nesta pesquisa consiste em um *framework* conceitual de gestão da produção, estruturado para organizar, integrar e relacionar componentes essenciais do processo de beneficiamento de café. *Frameworks* são estruturas que identificam o fenômeno de interesse, estabelecem as principais premissas subjacentes à sua construção e descrevem as relações entre os elementos analisados (CROSSAN; LANE; WHITE, 1999). Sua função central é orientar a compreensão sistêmica do ambiente produtivo, articulando elementos como fluxos operacionais, diretrizes de melhoria contínua, critérios de padronização e mecanismos de controle.

Ao estruturar relações conceituais entre esses elementos e oferecer uma representação abstrata do sistema produtivo, o artefato caracteriza-se predominantemente como um modelo, conforme a tipologia clássica da DSR. Além de seu caráter conceitual, o *framework* também apresenta orientações práticas de aplicação, organizadas na forma de etapas, diretrizes e procedimentos operacionais. Essa característica confere ao artefato uma dimensão adicional de método, uma vez que estabelece um conjunto sistematizado de ações para orientar a implementação das práticas de gestão no ambiente real analisado.

Assim, o *framework* não apenas descreve princípios de organização da produção, mas também propõe caminhos concretos para sua execução no contexto das comunidades quilombolas. Nesse sentido, a versão inicialmente proposta neste trabalho deve ser posteriormente refinada por meio de ciclos iterativos de avaliação e validação participativa, em conformidade com a lógica da DSR, que prevê o ajuste contínuo do artefato à realidade do usuário final. Conforme destacam Alan R. Hevner et al. (2004), a avaliação consiste no processo que “determina até que ponto o artefato resolve o problema para o qual foi projetado”.

O artefato resultante, portanto, vai além da busca por eficiência operacional, configurando-se como um modelo-método que integra dimensões técnicas e culturais, articulando a racionalidade produtiva às dinâmicas comunitárias das comunidades quilombolas do município de Barra do Turvo. Nesse contexto, a *Design Science Research* apresenta-se como a abordagem metodológica adequada para orientar o desenvolvimento, a validação e a legitimação do artefato, permitindo que seja funcional, replicável e socialmente apropriado.

Por fim, o *framework* Lean desenvolvido nesta pesquisa ultrapassa a condição de mera representação técnica, configurando-se como um artefato que integra eficiência produtiva, sensibilidade cultural e viabilidade prática, ao considerar as especificidades sociais e organizacionais das comunidades quilombolas. Assim, sua construção e evolução alinham-se aos princípios da DSR, consolidando essa abordagem como adequada para orientar a concepção, a avaliação e o aprimoramento do artefato no contexto do beneficiamento de café. Dessa forma, o artefato proposto não apenas contribui para a eficiência produtiva, mas também se configura como instrumento de transformação socioeconômica em contextos produtivos tradicionais.

Quadro 8 - Tipos de artefatos na *Design Science Research*

Tipo de Artefato	**Descrição**
Constructos	Conceitos que formam o vocabulário de determinado domínio, utilizados para descrever problemas e orientar a formulação de soluções. Definem os termos empregados para compreender, representar e discutir as tarefas relacionadas ao contexto analisado.
Modelos	Representações que expressam relações entre constructos, descrevendo situações de problema e possíveis soluções de forma estruturada. Um modelo deve representar os elementos relevantes da realidade analisada de acordo com o propósito para o qual foi desenvolvido, possibilitando uma compreensão organizada do fenômeno estudado.
Métodos	Conjunto de etapas ou procedimentos que orientam a execução de tarefas e a resolução de problemas com base em modelos previamente estabelecidos. Os métodos podem estar associados aos modelos, utilizando seus elementos como entradas ou referências para orientar sua aplicação.
Instanciações	Concretização de um artefato por meio de sua aplicação em um contexto real. Correspondem à implementação prática de modelos e métodos, demonstrando sua viabilidade operacional e sua capacidade de produzir resultados no ambiente em que são utilizados.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR (2015) e HEVNER et al. (2004).

2.METODOLOGIA

A presente pesquisa foi estruturada, em sua etapa inicial, a partir da definição do tema, da delimitação da questão de pesquisa e do estabelecimento dos objetivos geral e específicos, os quais orientaram o desenvolvimento das etapas subsequentes do estudo. A construção da fundamentação teórica ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica, resultando em uma revisão de literatura de caráter teórico-conceitual, na qual foram mobilizados autores clássicos e contemporâneos, com o objetivo de articular a evolução conceitual e as abordagens recentes relacionadas aos temas centrais da investigação.

Considerando que as comunidades quilombolas constituem grupos sociais tradicionais, formados por processos históricos de resistência, reorganização social e construção de identidades coletivas, relacionados ao período escravista e às suas consequências históricas, optou-se por fundamentar a análise em autores clássicos como Gilberto Freyre, Caio Prado Júnior e Celso Furtado, cujas contribuições são fundamentais para a compreensão da formação econômica e social do Brasil. Complementarmente, foram incorporadas perspectivas contemporâneas, representadas por Lilia Schwarcz, Flávio dos Santos Gomes e Laurentino Gomes, possibilitando uma análise atualizada das dinâmicas sociais, históricas e culturais que envolvem as comunidades quilombolas.

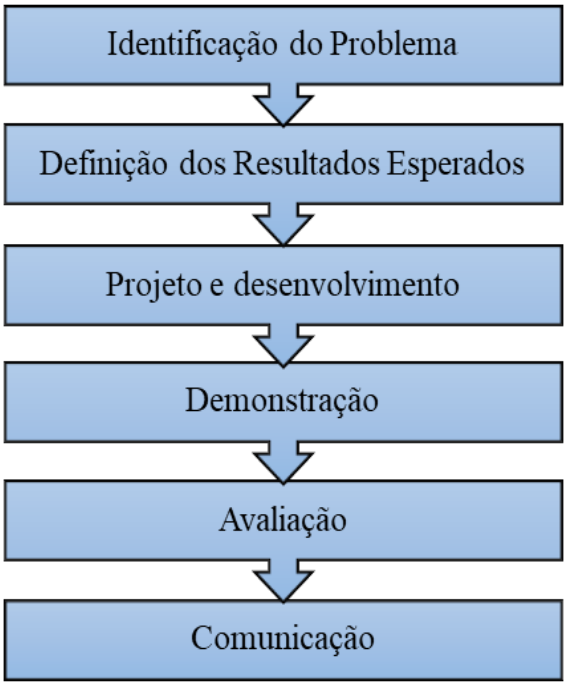
A abordagem metodológica adotada é a Design Science Research (DSR), cuja ênfase recai sobre a criação e a avaliação de artefatos destinados à solução de problemas concretos. Sua escolha justifica-se pela capacidade de articular rigor científico e relevância prática, permitindo o desenvolvimento de um artefato, neste caso, um *framework*, voltado à estruturação do processo de beneficiamento de café. Essa abordagem possibilita não apenas a avaliação do artefato em contextos reais, mas também sua adaptação às especificidades socioculturais e econômicas da região de estudo, abrangendo tanto comunidades quilombolas quanto pequenos produtores locais.

A operacionalização da DSR neste estudo fundamenta-se nas diretrizes propostas por Alan R. Hevner et al. (2004) e no modelo processual de Ken Peffers et al. (2007), conforme sistematizado por Alan Dresch et al. (2015), sendo este último adotado como referência para a condução das etapas da pesquisa.

No contexto desta pesquisa, a construção do artefato segue uma lógica heurística, característica dos processos de desenvolvimento da DSR. A solução inicial emerge da análise de modelos existentes, desenvolvidos por instituições como EMATER, EMBRAPA e SENAR,

do diagnóstico dos fluxos produtivos locais, da aplicação dos princípios do pensamento enxuto — eliminação de desperdícios, padronização, fluxo contínuo e melhoria contínua — e da incorporação dos saberes tradicionais associados ao manejo e ao beneficiamento comunitário. A Figura 11 apresenta o modelo proposto por Peffers, que será detalhado nos tópicos subsequentes.

Figura 11- Modelo Ken Peffers



Fonte: Adaptado de DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR (2015).

2.1 Identificação do Problema e Motivação

No âmbito desta pesquisa, o problema central refere-se à ausência de um modelo estruturado de gestão da produção adaptado às condições do beneficiamento de café em comunidades quilombolas de Barra do Turvo. Essa lacuna manifesta-se em processos com baixo nível de padronização, limitada integração entre as etapas produtivas e restrições na organização do fluxo operacional, resultando em ineficiências e variabilidade na qualidade do produto final.

A identificação desse problema fundamentou-se em observações de campo, entrevistas com produtores e gestores locais e análise da literatura especializada, permitindo compreender tanto as características do sistema produtivo quanto as especificidades socioculturais que

influenciam sua organização. Verificou-se que, por se tratar de uma atividade relativamente recente na região, o beneficiamento do café encontra-se em fase de estruturação, ainda sem o suporte de práticas consolidadas de gestão da produção.

Diante desse contexto, a motivação da pesquisa reside na necessidade de desenvolver uma solução que contribua para a organização e o aprimoramento das atividades produtivas, sem desconsiderar as particularidades sociais, culturais e econômicas do território.

2.2. Definição dos Resultados Esperados

A presente pesquisa propõe o desenvolvimento de um *framework* de gestão da produção baseado nos princípios do Lean Manufacturing, com o objetivo de reduzir desperdícios, promover a padronização dos processos e contribuir para o aumento da eficiência operacional, mantendo alinhamento com as dinâmicas comunitárias e as limitações de recursos existentes no contexto estudado.

O *framework* proposto tem como objetivo estruturar e tornar visível o fluxo produtivo do beneficiamento do café, evidenciando as inter-relações entre suas etapas e possibilitando a incorporação gradual de ferramentas Lean, de modo a favorecer maior continuidade do fluxo, padronização das operações e melhoria da organização produtiva. Como premissa fundamental, o modelo foi concebido para apresentar facilidade de compreensão, aplicação e replicação, reconhecendo que sua efetividade depende da apropriação pelos atores locais. Nesse sentido, a construção da solução considera a importância da empatia e do respeito às dinâmicas socioculturais como elementos essenciais para favorecer sua aceitação, utilização e sustentabilidade no contexto das comunidades quilombolas de Barra do Turvo.

2. 3. Projeto e Desenvolvimento do Artefato

O *framework*, enquanto artefato desta pesquisa, foi desenvolvido a partir da análise de modelos e referências técnicas consolidadas na literatura especializada sobre a produção de café, com destaque para materiais elaborados por instituições como EMBRAPA, EMATER-MG e SENAR. A escolha dessas fontes justifica-se por sua relevância técnica e ampla utilização como referências no setor cafeeiro, contribuindo para a fundamentação dos conhecimentos empregados na construção do modelo proposto.

O Quadro 9 apresenta uma síntese dos principais referenciais que contribuíram para o desenvolvimento do artefato.

.

Quadro 9 - Resumo fontes para elaboração do framework.

Instituição	Literatura	Contribuição
SENAR	• Café: colheita e pós-colheita • Café: cafés especiais • Café: classificação e degustação • classificação e degustação	Conjunto de apostilas destinadas a agricultores que detalha as etapas do cultivo e cuidados com o café
EMBRAPA	• Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais • Café beneficiamento e industrialização • Beneficiamento de Grãos de Café	Conjunto de publicações que detalham vários aspectos da produção cafeeira.
EMAFER-MG	• Manual do café:Colheita e Preparo • Série tecnológica cafeicultura: preparo do café: via seca e via úmida.	Conjunto de publicações que detalham vários aspectos da produção cafeeira.
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina	• Framework do Sistema de Agronegócios de Cafés Especiais Orientado ao Conhecimento	Tese de doutorado que analisa a produção e comercialização de cafés especiais seguindo os exigência da SCA

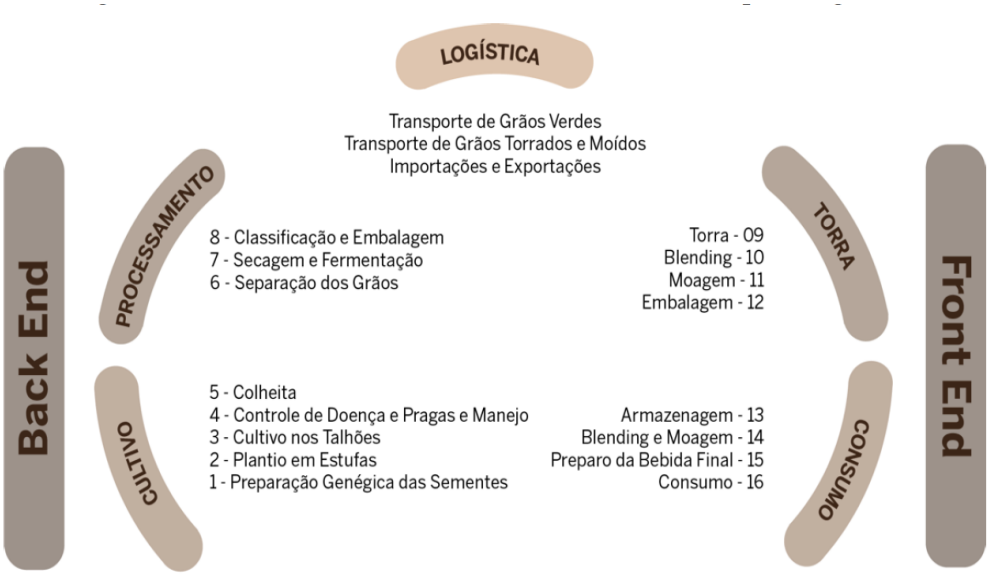
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

As etapas do *framework* foram estruturadas em diálogo com o modelo apresentado por Trauer (2021), vinculado à Specialty Coffee Association (SCA), especialmente no que se refere à distinção entre *Back End* e *Front End*, aspecto fundamental para a compreensão da lógica de geração de valor no mercado de cafés especiais. Entretanto, diferentemente da abordagem proposta por Trauer (2021), adotou-se, neste trabalho, uma representação linear, com o objetivo de facilitar a análise das etapas operacionais do beneficiamento do café e identificar oportunidades de melhoria sob a perspectiva do *Lean Thinking*.

A construção do *framework* baseou-se na associação entre macroetapas produtivas e atividades que agregam valor, mantendo coerência com os princípios do pensamento enxuto e considerando as especificidades dos pequenos produtores e das comunidades rurais.

Adicionalmente, buscou-se desenvolver um modelo simples, aplicável e adaptável, capaz de favorecer sua utilização prática no ambiente estudado.

Figura 12 - Estrutura proposta pelo SCAS



Fonte: SCAS e modelada por TRAUER (2021)

Paralelamente, investigou-se a incorporação dos princípios do Lean ao *framework* proposto, encontrando-se respaldo na literatura que evidencia seu potencial de aplicação integrada à cadeia produtiva do café. Conforme Cherrafi et al. (2018), a articulação entre práticas Lean e práticas ambientais configura-se como um elemento estratégico para o aprimoramento do desempenho da cadeia de suprimentos, ao promover, simultaneamente, eficiência operacional e sustentabilidade.

No contexto específico da cafeicultura, Suwasono et al. (2019) demonstram que a aplicação do Lean Manufacturing em unidades de processamento de café contribui para a redução de desperdícios e para a melhoria da eficiência produtiva, evidenciando a viabilidade prática dessa abordagem no setor. Complementarmente, Hualpa-Zúñiga et al. (2024) destacam que a adoção de metodologias baseadas na manufatura enxuta em propriedades cafeeiras possibilita a identificação e a redução de perdas produtivas, além da otimização dos processos agrícolas.

Dessa forma, a integração dos princípios Lean ao *framework* desenvolvido permite não apenas estruturar as etapas produtivas, mas também identificar pontos críticos de desperdício

ao longo do *Back End* e do *Front End*, orientando intervenções voltadas à melhoria contínua e à geração de valor no sistema produtivo do café.

2. 4. Demonstração

Considerando a complexidade e a extensão do processo produtivo, optou-se por delimitar a demonstração e a avaliação do *framework* às etapas de torra e moagem do café. Essa delimitação possibilita uma análise mais detalhada e controlada das contribuições decorrentes da aplicação das práticas propostas, favorecendo maior consistência na avaliação do artefato.

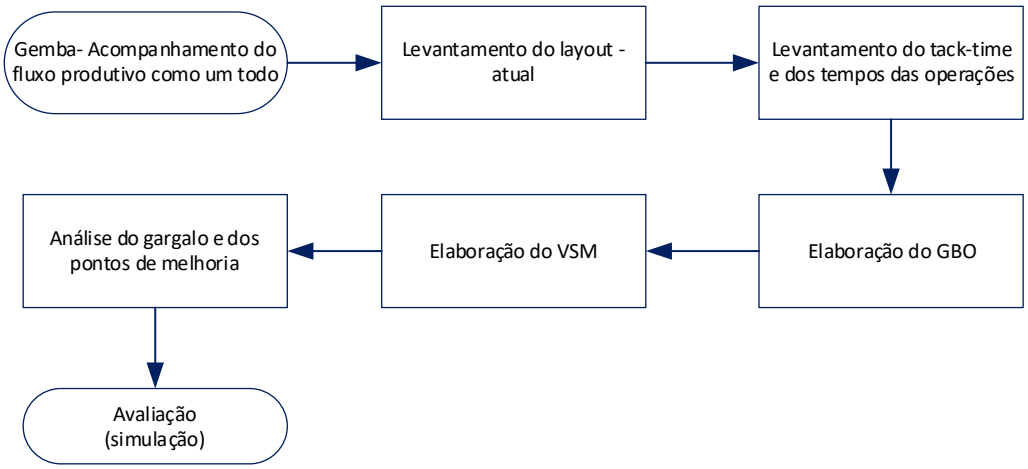
Na etapa de demonstração, foram aplicadas ferramentas do Lean Manufacturing com o objetivo de evidenciar suas contribuições potenciais para a melhoria da produtividade e da qualidade do processo produtivo. Nesse contexto, destaca-se a importância do *Value Stream Mapping* (VSM) como ferramenta estruturante, permitindo a visualização integrada do fluxo produtivo, a identificação de desperdícios e a análise das interações entre as etapas do processo.

Os tempos utilizados na análise foram estimados a partir de observação direta, registros presenciais, disposição física dos equipamentos, informações fornecidas pelos fabricantes e registros audiovisuais disponibilizados. Reconhece-se, contudo, que maior precisão poderia ser obtida por meio de estudos *in loco* conduzidos durante um período mais prolongado, permitindo captar com maior fidelidade as variações inerentes ao processo produtivo. Em relação à definição da demanda, considerando que ainda não existe um valor estabelecido para o empreendimento analisado, adotou-se, para fins de estudo, uma demanda estimada de 100 sacas de 50 kg por mês.

A construção do VSM foi realizada com o auxílio do Microsoft Excel, que possibilitou a aplicação dos símbolos padronizados, bem como a organização dos tempos de ciclo e de espera. A utilização da ferramenta também permitiu automatizar parte dos cálculos, especialmente a determinação do *takt time* e a elaboração do Gráfico de Balanceamento de Operações (GBO), contribuindo para maior consistência e rastreabilidade dos resultados obtidos.

O fluxograma apresentado na Figura 13 demonstra, de forma sintética, as etapas de execução da demonstração da aplicação das ferramentas Lean no *framework* desenvolvido.

Figura 13 - Fluxograma Demonstração Lean



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

2. 5. Avaliação do Artefato

A avaliação do *framework* foi realizada por meio do simulador FlexSim. O FlexSim é um software de simulação computacional utilizado para modelar, analisar e otimizar sistemas produtivos e logísticos, permitindo a representação virtual de processos reais por meio de modelos tridimensionais dinâmicos. No contexto desta pesquisa, o software foi empregado como ferramenta de apoio à análise do processo de beneficiamento do café, possibilitando a visualização do fluxo produtivo, a identificação de gargalos operacionais e a avaliação de diferentes cenários de melhoria.

O processo de construção do modelo partiu da premissa de reproduzir, no ambiente do simulador, um sistema produtivo representativo da configuração atualmente utilizada. Para isso, o modelo foi alimentado com os tempos e demais dados coletados em campo, os quais também subsidiaram a elaboração do VSM.

Após essa etapa, foi realizada a execução da simulação com o objetivo de verificar a coerência dos resultados obtidos em relação aos valores estimados no VSM, permitindo uma avaliação inicial do modelo construído. Uma vez identificada a consistência entre os dados simulados e os dados estimados, foram conduzidas simulações adicionais com o intuito de analisar o comportamento do sistema produtivo diante de diferentes configurações operacionais.

A utilização do simulador permitiu evidenciar que o desempenho do sistema apresenta potencial de melhoria com a aplicação progressiva de práticas do Lean Manufacturing,

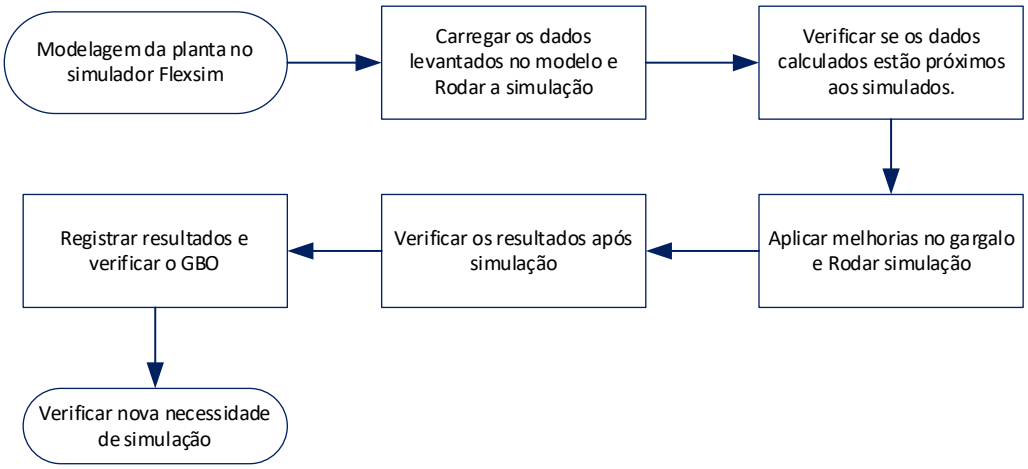
especialmente no que se refere à redução de gargalos, à melhoria do fluxo produtivo e ao balanceamento das operações. Entretanto, também foram identificadas limitações relacionadas à infraestrutura disponível e ao nível de padronização dos processos.

Os resultados obtidos possibilitaram a realização de ajustes no *framework* proposto, contribuindo para a avaliação de sua aderência ao contexto local e evidenciando sua capacidade de orientar processos de melhoria contínua no beneficiamento do café.

O detalhamento do ambiente analisado, bem como as condições operacionais consideradas na simulação, é apresentado no capítulo de Ambiente de Pesquisa, permitindo a contextualização dos resultados obtidos e a compreensão das limitações inerentes à análise realizada.

O fluxograma apresentado na Figura 14 demonstra, de forma sintética, as etapas de execução da avaliação da aplicação das ferramentas Lean no *framework* por meio do simulador FlexSim.

Figura 14 - Fluxograma das etapas de Avaliação no Simulador Flexsim



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

2. 6. Comunicação e Disseminação

A comunicação dos resultados desta pesquisa é conduzida de forma estruturada, tendo como principal meio a apresentação da dissertação, complementada pela elaboração e futura submissão de artigos científicos e técnicos que descrevem o *framework* desenvolvido e os resultados de sua avaliação. Esses produtos constituem instrumentos de disseminação do conhecimento gerado, permitindo sua inserção no meio acadêmico e contribuindo para o avanço das discussões relacionadas à gestão da produção em contextos rurais e comunitários.

Adicionalmente, os resultados estão sendo apresentados ao Centro Paula Souza, bem como às comunidades quilombolas e aos atores institucionais e políticos envolvidos, com o objetivo de promover não apenas a transparência do processo, mas também o diálogo crítico sobre os ajustes realizados e o potencial de aplicação prática do artefato.

Por fim, a comunicação dos resultados contempla a discussão sobre as possibilidades de replicação do *framework* em outros contextos produtivos, especialmente em territórios rurais com características semelhantes. Essa perspectiva reforça o caráter transferível e adaptável do artefato, evidenciando seu potencial como referência para iniciativas de melhoria produtiva fundamentadas nos princípios do Lean Manufacturing e orientadas ao desenvolvimento local sustentável.

O Quadro 10 apresenta a síntese das etapas da Design Science Research, conforme proposta por Peffers et al. (2007) e sistematizada por Dresch et al. (2015), aplicada ao contexto desta pesquisa.

Quadro 10 - Aplicação da DSR na pesquisa resumo das ações

Etapa DSR	Objetivos da Etapa	Atividades Principais	Resultados Esperados / Entregáveis
1. Identificação do Problema	Compreender o contexto produtivo e os desafios enfrentados pelos produtores quilombolas de café.	- Levantamento de dados sobre o sistema produtivo local.	Diagnóstico situacional do sistema produtivo de café (fluxo, gargalos, desperdícios e potenciais de melhoria).
		- Observação em campo e entrevistas com produtores.	
		- Mapeamento do processo atual .	
2. Definição dos Objetivos da Solução	Estabelecer metas e requisitos para o artefato (framework de gestão).	- Análise das necessidades e expectativas dos produtores.	Lista de requisitos e diretrizes do framework; objetivos de desempenho e parâmetros de avaliação.
		- Identificação de critérios de desempenho (eficiência, sustentabilidade, replicabilidade).	
		- Definição dos princípios Lean aplicáveis ao contexto rural.	
3. Projeto e Desenvolvimento do Artefato	Elaborar o framework de gestão da produção baseado no Lean Manufacturing.	- Adaptação das ferramentas Lean (5S, padronização, Kaizen, controle visual, fluxograma).	**Artefato desenvolvido:** Framework de Gestão da Produção para o Beneficiamento de Café em comunidades quilombolas.
		- Construção do modelo conceitual e operacional do framework.	
4. Demonstração (Aplicação Piloto)	Aplicar o framework em um ambiente real ou simulado para verificar sua funcionalidade.	- Verificação da aderência as ferramentas Lean	Aplicação das ferramentas de Lean em uma das etapas do *framework.*
		Formatação dos indicadores	

5. Avaliação do Artefato	Verificar a eficácia e adequação do framework ao contexto estudado.	Avaliação do artefato através do uso do simulador Flexsim	Relatório de avaliação do artefato com ajustes propostos e discussão dos resultados obtidos.
6. Comunicação e Disseminação	Divulgar os resultados científicos e práticos do estudo.	- Elaboração da monografia e artigos técnicos. - Apresentação dos resultados ao CPS e à comunidade quilombola.	Documento final da pesquisa (dissertação) e versão validada do framework; proposta de replicação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3. AMBIENTE DE PESQUISA

A pesquisa contou com significativa inserção em campo, por meio de visitas que contemplaram a realização de entrevistas não estruturadas com lideranças quilombolas, produtores, trabalhadores e autoridades locais, com o objetivo de compreender a realidade socioprodutiva e observar diretamente as práticas adotadas no manejo e no beneficiamento do café. Sob a perspectiva social, buscou-se identificar anseios, expectativas e percepções da comunidade; sob a perspectiva produtiva, foram analisadas limitações, gargalos operacionais e oportunidades de melhoria, buscando compreender de que forma os princípios do Lean Manufacturing poderiam contribuir para o aprimoramento de uma atividade ainda recente e pouco estruturada na região de Barra do Turvo.

As visitas realizadas às comunidades quilombolas e ao município possibilitaram o aprofundamento do contato com os atores envolvidos, sendo posteriormente complementadas por interações remotas, especialmente por meio do aplicativo WhatsApp, utilizadas para esclarecimento de dúvidas e acompanhamento das atividades desenvolvidas. Adicionalmente, foram realizadas consultas a fabricantes de máquinas de beneficiamento de café, com o intuito de ampliar a compreensão técnica sobre os equipamentos disponíveis no mercado, subsidiando a análise de alternativas e o desenvolvimento do *framework* de gestão da produção.

O Quadro 11 apresenta a síntese das visitas realizadas e das atividades desenvolvidas no município, evidenciando o processo de imersão no campo de pesquisa.

Quadro 11- Visitas e Atividades Realizadas em Barra do Turvo

Data	Atividade
24/04/2024	Apresentação as lideranças quilombolas. Participação das reuniões na sede do quilombo do Cedro Visita ao cafezal Sr. Ozico Visita a famílias quilombolas
14/10/24	Visita ao Quilombo Terra Visita a casa do café Visita aos canteiros de mudas Visita a Casa do Agricultor
11/06/25 a 12/06/25	Reunião com o Sr. Edilson Abreu secretário da agricultura e Nilce Torres líder quilombola Visita a Casa do café Visita ao canteiro de mudas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O contato inicial ocorreu na sede do Quilombo do Cedro, onde foi possível participar de uma reunião comunitária com a presença de representantes de diferentes entidades governamentais, incluindo a prefeitura municipal e o Instituto Florestal. Essa experiência possibilitou observar diretamente os mecanismos de organização social da comunidade, bem como as estratégias adotadas para o encaminhamento de demandas coletivas. Verificou-se que, embora os quilombos da região estejam geograficamente próximos, apresentam realidades distintas, especialmente em função de sua inserção territorial em áreas de Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), seja de forma integral, parcial ou inexistente.

Figura 15 - Reunião Quilombo do Cedro





Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Uma das principais dificuldades identificadas, que constitui um desafio para o desenvolvimento da cafeicultura na região, refere-se à organização comunitária. Observam-se limitações na articulação coletiva, uma vez que, embora exista uma cooperativa, sua atuação ainda não apresenta avanços significativos em termos de consolidação e efetividade operacional. Por outro lado, identifica-se entre os produtores o interesse na formação de uma associação, evidenciando a busca por alternativas de organização mais alinhadas à realidade local. Nesse contexto, destaca-se o papel da liderança quilombola Nilce Pontes, coordenadora da CONAQ, na mobilização comunitária e na articulação com políticas públicas, sendo essa integração relevante para o fortalecimento da produção local.

Apesar dessas limitações, observa-se que agricultores e agricultoras familiares e quilombolas desenvolvem formas próprias de organização, fundamentadas em seus modos de vida, costumes e ancestralidade. Essa diversidade reflete-se diretamente nos sistemas produtivos, influenciados por fatores como território, clima, biodiversidade e condições locais. Embora exista proximidade geográfica entre as comunidades, foram identificadas diferenças significativas nas práticas produtivas e nos hábitos de consumo. Nesse contexto, destacam-se experiências diversificadas que incluem a produção agrícola destinada à subsistência e à comercialização, o beneficiamento de café, a produção de açúcar, o cultivo de mandioca, além de atividades complementares, como o artesanato e a fabricação de móveis, muitas vezes desenvolvidas no próprio ambiente doméstico.

Figura 16 - Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.1 Mapeamento do Processo

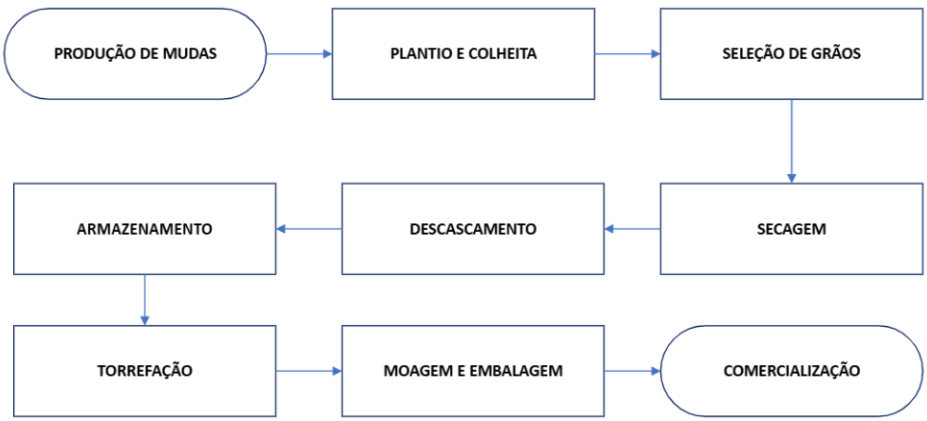
Durante as visitas, foi possível esquematizar o formato básico adotado no manejo e no beneficiamento do café. O objetivo principal dessa etapa consistiu em mapear as práticas predominantes ao longo do ciclo produtivo, de modo a compreender a organização do processo e identificar oportunidades de melhoria.

A análise evidenciou a ausência de padronização formal das atividades, sendo o café colhido e beneficiado em pequenos volumes, conduzidos, em grande parte, de forma empírica, com base na experiência e no conhecimento prático dos produtores. Essa característica, embora represente um saber relevante da atividade produtiva, pode resultar em variabilidade na qualidade do produto e em limitações quanto à eficiência operacional. Sob a perspectiva do Lean Manufacturing, essa condição indica oportunidades para o aprimoramento do fluxo produtivo.

Verificou-se, ainda, que o processamento por via úmida é pouco utilizado pelas comunidades quilombolas, fato corroborado tanto pelas entrevistas quanto pelas observações de campo, embora essa técnica seja adotada por outros produtores da região. Essa limitação pode estar relacionada a fatores como disponibilidade de infraestrutura, conhecimento técnico e adequação às condições locais.

O processo mapeado pode ser visualizado na Figura 16, por meio de um fluxograma representativo das etapas do manejo do café. Na sequência, apresenta-se o detalhamento das atividades observadas em cada fase do processo produtivo. O mapeamento realizado constitui a base para a proposição do framework de gestão da produção, permitindo identificar pontos críticos e direcionar a aplicação de ferramentas Lean.

Figura 17 - Mapeamento do processo do manejo do café nos Quilombos em Barra do Turvo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.1.1 Produção das mudas

As mudas da cultivar Obatã são produzidas pela prefeitura no viveiro municipal, localizado às margens da estrada, sendo posteriormente distribuídas aos pequenos agricultores e às comunidades quilombolas de Barra do Turvo. O processo de produção e germinação é acompanhado por agentes técnicos da prefeitura, previamente capacitados para a condução adequada das práticas relacionadas à formação das mudas.

Essa etapa representa um ponto relevante de padronização inicial do sistema produtivo, contribuindo para maior uniformidade genética e sanitária das lavouras. Sob a perspectiva do Lean Manufacturing, trata-se de uma etapa com potencial para consolidação de boas práticas, capaz de influenciar positivamente as etapas subsequentes do processo produtivo.

Figura 18 - Produção das mudas Viveiro Barra do Turvo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3..1.2. Plantio

As mudas são distribuídas aos agricultores e membros das comunidades quilombolas, que realizam o plantio em pequenas propriedades. Observa-se que o cultivo ocorre, predominantemente, de forma consorciada com outras culturas, refletindo a diversidade produtiva característica da realidade local.

As áreas cultivadas apresentam relevo predominantemente acidentado e de difícil acesso, frequentemente inseridas em regiões de mata, condição que limita a utilização de maquinário agrícola convencional. A quantidade de plantas por propriedade varia conforme a área disponível, com registros de até 1.500 pés por unidade produtiva. Não foram identificados dados sistematizados de produtividade, evidenciando a necessidade de maior acompanhamento técnico e organização das informações produtivas.

Além disso, a cafeicultura na região ainda se encontra em fase de consolidação, sendo conduzida por produtores que estão em processo de aprimoramento das práticas de manejo da cultura, característica decorrente da introdução relativamente recente da atividade no território. Essa condição influencia diretamente o desempenho produtivo e reforça a importância de ações de capacitação e estruturação dos processos.

Figura 19 -Plantação Barra do Turvo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1.3. Colheita

A colheita é realizada de forma manual, em pequena escala e com participação predominantemente familiar, sem a utilização de maquinário agrícola. Durante as visitas de campo, não foram observadas práticas coletivas formalizadas, como mutirões; entretanto, em entrevistas realizadas com membros das comunidades quilombolas, foi relatado que essa prática ocorre eventualmente quando há necessidade de apoio entre os produtores.

De modo geral, não foram identificados procedimentos técnicos formalizados para a condução da colheita. Contudo, observa-se a existência de conhecimento empírico relevante, no qual os produtores buscam priorizar a coleta de frutos maduros (cereja), evitando a colheita de frutos verdes, prática que contribui para a preservação da qualidade da matéria-prima.

Figura 20 - Colheita Café Quilombo Ribeirão Grande Terra Seca



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.1.4. Seleção de grãos

Não foi observada a realização de uma etapa estruturada de seleção dos frutos após a colheita. A separação ocorre de forma indireta durante o próprio processo de coleta, por meio da priorização dos frutos maduros.

Em alguns casos, é realizada uma nova passagem pela lavoura após alguns dias, com o objetivo de coletar frutos que ainda não haviam atingido o estágio adequado de maturação no momento da primeira colheita. A ausência de uma etapa formalizada de seleção pode contribuir para a maior variabilidade da matéria-prima e, consequentemente, influenciar a uniformidade e a qualidade do produto final.

Figura 21 - Separação dos Grãos Residência do Sr. Izico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1.5. Secagem

A secagem dos frutos de café é realizada, predominantemente, em terreiros localizados nas próprias propriedades dos produtores. O método mais utilizado consiste na disposição do café em superfícies planas, geralmente construídas em concreto ou cimento, que favorecem a exposição à radiação solar e a remoção gradual da umidade.

Observou-se, ainda, o uso de lonas como alternativa para facilitar o manejo, a movimentação e a proteção dos frutos durante o processo de secagem. Embora exista um secador disponibilizado pela prefeitura, verificou-se que o equipamento não estava em operação no período de realização da pesquisa.

Do ponto de vista técnico, a secagem em terreiro requer controle adequado das condições do processo, uma vez que fatores como exposição às variações climáticas, contato com superfícies inadequadas e ausência de monitoramento da umidade podem influenciar a qualidade final do café.

Figura 22 – Secagem dos Grãos Quintal Sr. Ozico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1.6. Descascamento

O descascamento do café é realizado de forma tradicional, utilizando implementos rústicos, como pilões manuais ou monjolos (também conhecidos como pilões d’água). Esses dispositivos consistem em mecanismos de funcionamento simples, geralmente acionados manualmente ou por força hidráulica, utilizados para auxiliar na remoção das estruturas externas do fruto seco.

Após o descascamento, a separação entre a casca e os grãos é realizada manualmente, com o auxílio de peneiras. Embora esse método preserve práticas culturais e conhecimentos

tradicionais relevantes, apresenta limitações relacionadas à capacidade operacional, à padronização do processo e ao esforço físico requerido para sua execução.

Figura 23 - Descascamento dos Grãos de Café Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.1.7. Armazenamento do café beneficiado

Após a secagem, o café verde é armazenado em baldes ou sacarias, sendo mantido em ambientes domésticos, geralmente frescos e arejados, com proteção contra a umidade. Não foi observada a existência de estruturas específicas destinadas ao armazenamento do produto.

Essa condição pode representar um risco à manutenção da qualidade do produto, especialmente em função da exposição a variações ambientais e à ausência de controle das condições de armazenamento.

Figura 24 - Armazenamento do Café Verde



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1.8. Torrefação

A torrefação é realizada de forma artesanal, utilizando torradores manuais ou equipamentos adaptados, como fogões a lenha. O controle das variáveis do processo, especialmente tempo e temperatura, é realizado de forma empírica, com base na experiência e no conhecimento prático do produtor.

Observou-se que não existem parâmetros formalizados para o controle dessas variáveis durante a torrefação, sendo o processo conduzido predominantemente a partir da percepção e da experiência adquirida pelos produtores ao longo da prática produtiva. Essa característica pode resultar em variações no perfil de torra e, consequentemente, nas características sensoriais do café obtido.

Figura 25 - Torra Café na propriedade do Sr. Ozico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 26 – Torra do Café Quilombo Ribeirão Grande e Terra Seca



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.1.9. Moagem e embalagem

A moagem e a embalagem do café são realizadas de forma manual. O produto pode ser comercializado tanto na forma moída quanto em grãos, sendo esta última opção destinada aos consumidores que realizam a moagem previamente ao preparo da bebida.

Também foi observada a comercialização do café verde, modalidade na qual as etapas de torra e moagem são realizadas posteriormente pelo consumidor ou por outros agentes da cadeia produtiva..

Figura 27 - Pesagem e Embalagem Sr. Ozico



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.1.10. Comercialização

A comercialização do café ocorre predominantemente de forma direta pelos próprios produtores, geralmente em suas residências, caracterizando um modelo de venda com elevado grau de verticalização. Os volumes comercializados são reduzidos, compatíveis com a escala produtiva observada na região.

Não foram identificados canais estruturados de comercialização ou distribuição, tampouco mecanismos formais de precificação. Em alguns casos, o controle das atividades produtivas e comerciais é realizado por meio de registros informais, como anotações em cadernos, indicando a predominância de práticas não formalizadas de gestão.

De modo geral, observa-se um modelo de comercialização ainda em processo de estruturação, caracterizado pela ausência de planejamento comercial sistematizado e pela utilização limitada de estratégias voltadas à agregação de valor ao produto. Adicionalmente, não foram identificadas práticas consolidadas de apuração de custos e definição de margens de comercialização, aspectos que influenciam a gestão econômica da atividade produtiva.

3.2 Casa do Café

Dentre as iniciativas voltadas à promoção e ao fortalecimento da cafeicultura na região, destaca-se a implantação da Casa do Café pela Prefeitura de Barra do Turvo, uma estrutura destinada ao beneficiamento do café produzido por pequenos agricultores locais, incluindo membros das comunidades quilombolas. Durante as visitas de campo, verificou-se que a unidade apresenta baixa utilização em relação ao seu potencial de atendimento aos produtores da região.

A unidade, apresentada na Figura 28, consiste em um edifício localizado às margens da Estrada Municipal Barreiro, via de acesso que conecta o município de Barra do Turvo à Rodovia Régis Bittencourt (BR-116). A estrutura resultou da adaptação de uma edificação anteriormente destinada ao armazenamento e beneficiamento de leite de búfala.

Entretanto, por ter sido originalmente concebida para outra finalidade, a instalação apresenta limitações relacionadas à sua configuração atual, especialmente no que se refere ao layout produtivo, ao fluxo operacional e à disposição dos equipamentos utilizados no beneficiamento do café. Durante as visitas técnicas, observou-se que a organização atual do espaço não segue uma lógica definida de fluxo contínuo, apresentando oportunidades de melhoria relacionadas à disposição das áreas de trabalho, à movimentação dos materiais e à integração entre as etapas do processo produtivo.

Além disso, verificou-se que a infraestrutura disponível apresenta equipamentos destinados às diferentes fases do beneficiamento, porém ainda sem uma organização sistemática das operações e dos procedimentos associados ao seu uso. Essa condição evidencia oportunidades para a aplicação dos princípios do Lean Manufacturing, especialmente aqueles relacionados à organização do ambiente produtivo, padronização das atividades, redução de movimentações desnecessárias e melhoria do fluxo operacional.

Figura 28 - Casa do Café



.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

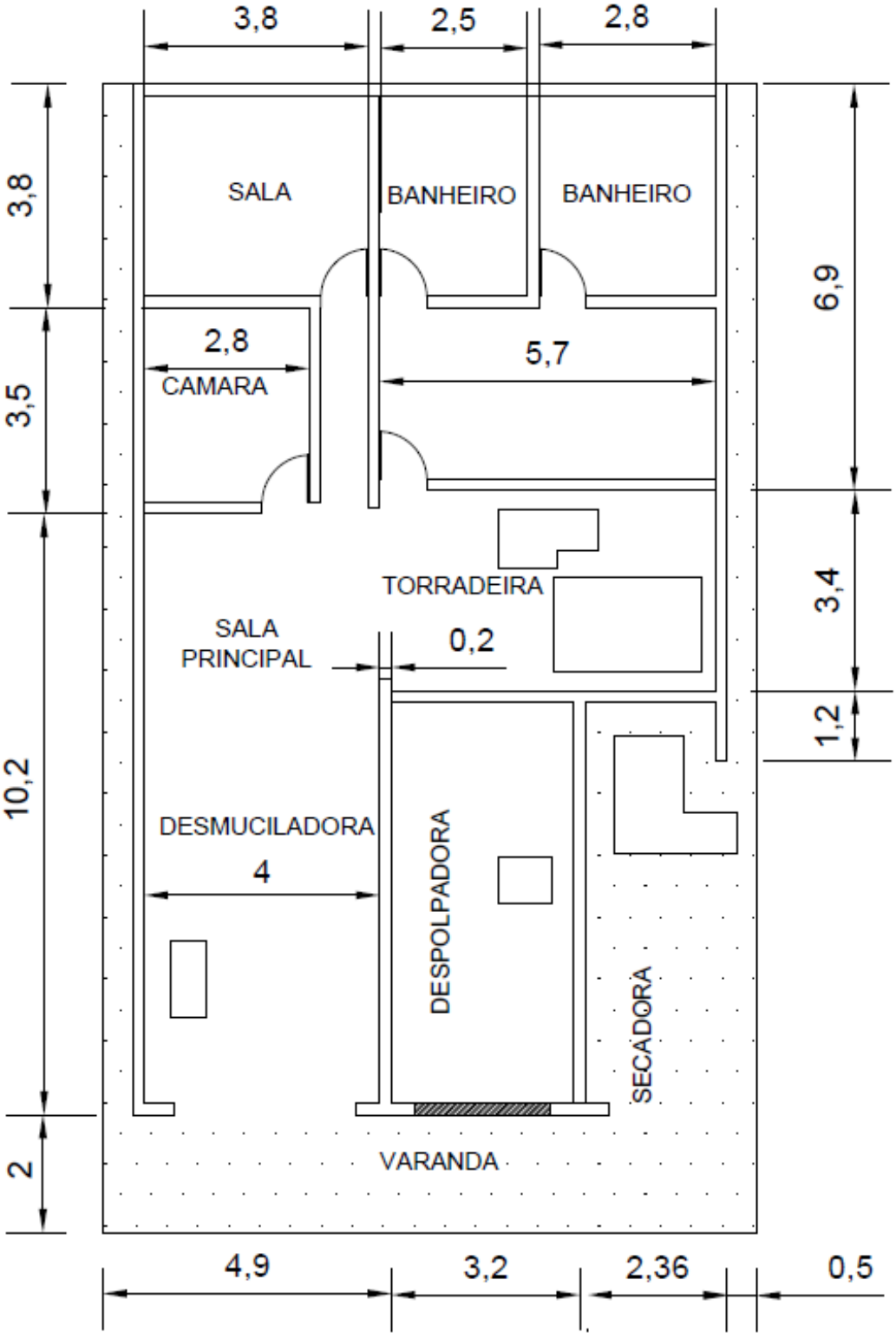
3.2.1 Layout

O *Lean Manufacturing* preconiza a organização do *layout* produtivo de forma a favorecer a integração das etapas de produção, viabilizando o fluxo contínuo e, sempre que possível, a implementação de células produtivas. No caso da Casa do Café, por se tratar de uma estrutura originalmente concebida para outra finalidade, esses princípios não foram considerados em sua configuração atual, evidenciando oportunidades de melhoria relacionadas à reorganização do *layout* produtivo.

Como pode ser observado na Figura 29, o espaço apresenta baixa racionalidade em sua ocupação, com disposição dos equipamentos pouco alinhada ao fluxo do processo. Verificou-se excesso de movimentações durante a execução das atividades, indicando que o arranjo físico atual não favorece a eficiência operacional e a produtividade. Esse cenário reforça a necessidade de reconfiguração do *layout*, com vistas à redução de deslocamentos, à melhoria do fluxo de materiais e à otimização do desempenho do sistema produtivo.

.

Figura 29 - Planta baixa Casa do café



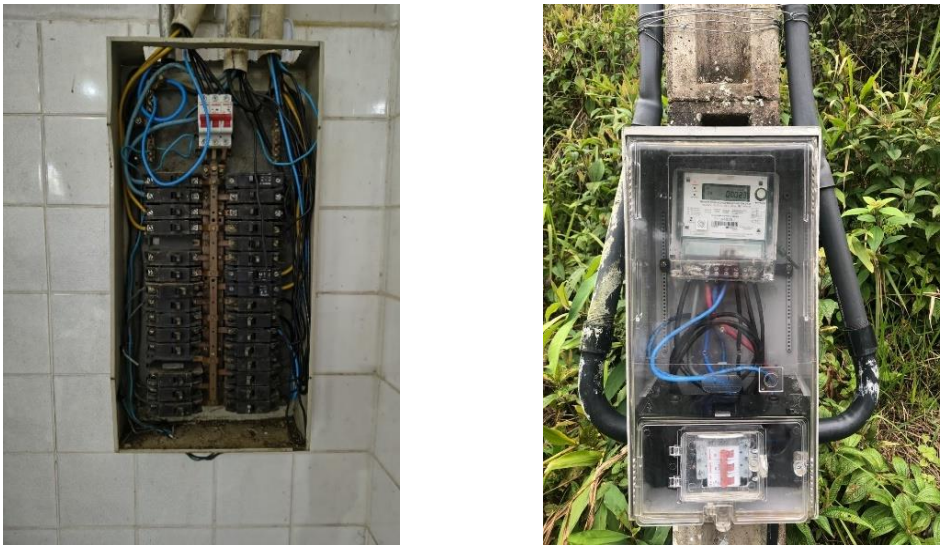
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.2.2. Instalações elétricas

Quanto ao fornecimento de energia elétrica, a Casa do Café dispõe de capacidade compatível com a operação dos equipamentos instalados. O abastecimento é realizado por meio de rede trifásica, com potência disponível de até 24 kVA, utilizando cabos de 16 mm², cuja capacidade de condução é de aproximadamente 53 A. O consumo total estimado do maquinário é de cerca de 8 kW, demandando uma corrente aproximada de 21 A por fase na entrada do sistema. Considerando que a estrutura corresponde à adaptação de uma edificação originalmente residencial, parte significativa da fiação encontra-se embutida, condição que requer atenção quanto aos procedimentos de manutenção e inspeção.

No que se refere à instalação elétrica, embora se trate de um sistema simples e parcialmente adaptado, é indispensável o atendimento às normas de segurança estabelecidas pela NR-10 e pela NBR 5410. A observância dessas diretrizes é fundamental tanto para a segurança dos operadores quanto para a preservação dos equipamentos e da edificação. Verifica-se, entretanto, a existência de inadequações na instalação, as quais podem ocasionar riscos de acidentes, comprometer a vida útil dos equipamentos e impactar negativamente a qualidade do café beneficiado.

Figura 30 - Instalações Elétricas Casa do Café



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.2.3. Maquinários

A Casa do Café encontra-se equipada com um conjunto de maquinários destinados às diferentes etapas do beneficiamento do café, abrangendo desde o processamento inicial até as etapas finais de agregação de valor ao produto. Entre os equipamentos disponíveis, destacam-se o despolpador de café cereja, o descascador de pergaminho (desmucilador), o secador horizontal a lenha, o torrador automático e a máquina de moagem acoplada à empacotadora. Esses equipamentos possibilitam a realização das principais operações de processamento, contribuindo para a estruturação do fluxo produtivo local.

O Quadro 12 apresenta os equipamentos instalados na unidade, bem como suas respectivas especificações técnicas e capacidades produtivas, evidenciando o potencial operacional da estrutura disponível para o beneficiamento do café.

Quadro 12 - Equipamentos da Casa do Café

Equipamento	Fabricante	Modelo	Potência	Capacidade	Características
Despolpadora de Café cereja	Palinaves	PA-DCC/2	3 HP	2000 L/h ou 1,5 t	Realiza, em uma única operação, a separação dos grãos verdes e o despolpamento dos grãos cereja
Desmucilador	Palinaves	PA-PERG/ 400 a 800	-	-	O equipamento pode ser acoplado a uma beneficiadora.
Secadora	Não Identificado	Não Identificado	1HP	1000 kg	Secagem realizada com resíduos de madeira e lenha
Torrador	Carmomaq	Caloratto	4HP	5 kg/15 min	Painel com controle digital automático de temperatura e sistema *touchscreen*; estrutura em aço inox e pintura eletrostática
Moedora e Empacotadora	Carmomaq	Miroinatto		180 kg/h	Painel com display e controle manual; estrutura em aço inox e pintura eletrostática

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.2.4. Despolpador de Café Cereja

Figura 31 - Despolpador Café Cereja



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O despolpador de café cereja utilizado na unidade é da marca Palinaves, modelo PA-DCC/2, com capacidade de processamento de aproximadamente 2.000 L/h, equivalente a cerca de 1,5 tonelada de café por hora, sendo equipado com motor trifásico de 3 HP. Trata-se de um equipamento destinado ao processamento de frutos nas condições cereja e verde, atuando como elemento central na etapa inicial do beneficiamento pós-colheita.

Após as etapas de colheita, lavagem e separação preliminar, os frutos são encaminhados ao despolpador, que realiza, em uma única operação, a separação dos grãos verdes e o despolpamento dos frutos cereja. Os grãos despolpados podem ser direcionados para secagem em terreiro ou em secador mecânico, enquanto os grãos verdes seguem para processamento específico, conforme sua classificação.

De acordo com o fabricante, o equipamento é dotado de separador mecânico de grãos verdes e repassador cônico dos grãos despolpados, contribuindo para maior eficiência na remoção da casca. Do ponto de vista operacional, trata-se de um equipamento que agrega valor ao produto ao possibilitar maior controle sobre a qualidade do café. A aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* pode contribuir para a padronização do fluxo de entrada da matéria-prima e para a redução de perdas nessa etapa.

3.2.5. Descascador de Pergaminho

Figura 32 - Descascador de Pergaminho



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O descascador de café em pergaminho utilizado é da marca Palinaves, modelo PA-PERG/400-800, desenvolvido para operar de forma acoplada a máquinas de beneficiamento, com o objetivo de aumentar a produtividade e melhorar o aspecto final do produto. Seu funcionamento baseia-se na introdução do café em pergaminho em um cilindro, no qual ocorre o descascamento por meio de um sistema cilíndrico específico.

O equipamento requer acoplamento a um motor em seu eixo principal para o funcionamento adequado. No entanto, verificou-se que esse equipamento não é utilizado no processo produtivo da Casa do Café e que sua utilização somente seria possível em conjunto com outro tipo de equipamento de despolpa, evidenciando uma desconexão entre os recursos disponíveis e as necessidades operacionais da unidade.

Sob a perspectiva do *Lean Manufacturing*, a presença de equipamentos subutilizados ou não utilizados pode ser caracterizada como desperdício de recursos. Nesse sentido, recomenda-se a reavaliação de sua permanência na unidade ou sua substituição por equipamentos mais aderentes à proposta produtiva local.

3.2.6. Secador Horizontal a Lenha

Figura 33 - Secador Horizontal a Lenha



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A unidade dispõe de um secador horizontal a lenha, com capacidade aproximada de 1.000 litros. Entretanto, durante o período de realização da pesquisa de campo, verificou-se que o equipamento não se encontrava em operação, não sendo possível identificar seu fabricante e modelo.

Observou-se, ainda, que o processo de secagem não é realizado na Casa do Café, sendo conduzido em etapas anteriores ou em outras estruturas produtivas. Tal situação indica uma subutilização da infraestrutura disponível, podendo impactar a eficiência global do sistema produtivo.

Sob a ótica do *Lean Manufacturing*, essa condição evidencia a necessidade de maior alinhamento entre o *layout* produtivo, o fluxo de processos e a utilização dos recursos, de modo a reduzir a ociosidade e maximizar o aproveitamento dos ativos disponíveis.

3.2.7. Torrador

Figura 34 - Torrador Coloratto



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O torrador utilizado é da marca Carmomaq, modelo Caloratto, sendo projetado para pequenos produtores e direcionado especialmente à produção de cafés especiais. O equipamento possui painel de controle com interface *touchscreen*, permitindo a programação e o controle automatizado das variáveis do processo de torra, como tempo e temperatura.

A possibilidade de configuração de receitas por meio de software integrado permite maior padronização do processo, contribuindo para a repetibilidade das características sensoriais do café. Nesse sentido, o torrador configura-se como um dos principais equipamentos responsáveis pela agregação de valor ao produto final.

Do ponto de vista do *Lean Manufacturing*, o uso adequado desse equipamento favorece a redução da variabilidade do processo, sendo fundamental a definição de parâmetros operacionais padronizados e o monitoramento contínuo das condições de operação. Nessa etapa, torna-se essencial a introdução de procedimentos operacionais padronizados (POP), uma vez que variações no processo de torra podem comprometer a qualidade construída ao longo das etapas anteriores.

3.2.8. Moagem e Empacotadora

Figura 35 – Moedora e embaladora Mironatto



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O conjunto de moagem e empacotamento é da marca Carmomaq, modelo Miroratto, sendo destinado à etapa final do processo produtivo. O sistema integra um moinho de discos, com capacidade de até 180 kg/h, um elevador de transporte e um sistema de empacotamento com regulagem de granulometria e controle de peso.

Esse conjunto permite a execução integrada de duas etapas fundamentais, moagem e embalagem, contribuindo para maior agilidade e eficiência operacional. Além disso, a possibilidade de ajuste fino da moagem permite adequar o produto final às diferentes formas de preparo do café.

Sob a perspectiva do *Lean Manufacturing*, a integração dessas etapas contribui para a redução de movimentações desnecessárias e para a melhoria do fluxo contínuo, sendo importante a definição de padrões operacionais e de controles de qualidade que garantam a consistência do produto.

3.3 Análise dos Desperdícios Lean no Sistema Produtivo do Café

A partir do mapeamento do processo produtivo e da análise da estrutura da Casa do Café, no município de Barra do Turvo, foi possível identificar a ocorrência de desperdícios ao longo de toda a cadeia de beneficiamento. A análise foi conduzida com base nos princípios do *Lean Manufacturing*, considerando tanto as etapas realizadas nas propriedades quanto aquelas que poderiam ser executadas na unidade de beneficiamento coletivo. A abordagem não se restringe ao processo produtivo, incorporando também aspectos relacionados ao *layout*, à infraestrutura, à utilização dos equipamentos e à organização produtiva, permitindo uma visão sistêmica das ineficiências identificadas.

A análise evidencia que os desperdícios identificados não estão associados exclusivamente à limitação de recursos, mas, sobretudo, à baixa integração entre os elementos que compõem o sistema produtivo. A existência da Casa do Café, equipada e com capacidade operacional instalada, contrasta com sua subutilização, configurando um caso de desperdício estrutural sob a perspectiva do *Lean Manufacturing*.

Destacam-se, especialmente, os desperdícios relacionados à espera, à movimentação e ao processamento inadequado, fortemente influenciados por um *layout* produtivo não planejado e pela ausência de um fluxo contínuo. A organização espacial da unidade, por ter sido adaptada de uma estrutura destinada a outra finalidade, não favorece a lógica da produção enxuta, resultando em deslocamentos desnecessários e redução da eficiência operacional.

Adicionalmente, a presença de defeitos e variabilidade na qualidade está diretamente relacionada à ausência de padronização e de controle das etapas críticas, como secagem e torra. Nesse sentido, a implementação de práticas como procedimentos operacionais padronizados (POP), controle de processos e capacitação dos produtores apresenta-se como elemento relevante para a melhoria da consistência produtiva.

Por fim, destaca-se que o capital humano existente nas comunidades constitui um ativo estratégico ainda pouco explorado. O conhecimento empírico acumulado, quando associado a práticas estruturadas de gestão, pode potencializar os resultados produtivos, reforçando a proposta deste trabalho de integrar os princípios do *Lean Manufacturing* às especificidades socioculturais locais.

O Quadro 13 apresenta os oito desperdícios do *Lean Manufacturing* e sua relação com as situações identificadas na análise realizada.

Quadro 13 - Análise dos 8 desperdícios Lean no contexto da produção e da Casa do Café

Desperdício	Definição Lean	Evidências no Campo	Evidências na Casa do Café	Impactos no sistema	Oportunidades de melhoria
Superprodução	Produzir além da demanda ou no momento inadequado	Produção em microlotes sem planejamento	Estrutura instalada ociosa	Baixa escala produtiva e perda de potencial econômico	Planejamento coletivo da produção e uso compartilhado da estrutura
Espera	Tempo ocioso entre etapas	Intervalos entre colheita, secagem e torra	Equipamentos subutilizados	Aumento do lead time e perda de qualidade	Integração do fluxo e agendamento de uso da Casa do Café
Transporte	Movimentação desnecessária de materiais	Deslocamento entre lavoura e residência	Fluxo interno desorganizado	Aumento de esforço e tempo	Reorganização do layout e definição de fluxo contínuo
Processamento excessivo	Atividades além do necessário	Processos manuais demorados	Uso inadequado ou ausência de uso dos equipamentos disponíveis	Baixa eficiência produtiva	Padronização e uso racional dos equipamentos existentes
Estoque	Acúmulo desnecessário de materiais	Armazenamento improvisado nas residências	Ausência de área adequada de estocagem	Risco de perda de qualidade	Implantação de controle de estoque e condições adequadas
Movimentação	Movimentos desnecessários de pessoas	Esforço físico elevado (pilão, secagem manual)	Layout ineficiente com deslocamentos excessivos	Redução da produtividade e fadiga	Aplicação de 5S e reorganização espacial
Defeitos	Produtos fora do padrão	Mistura de grãos verdes e maduros	Falta de controle na torra e processamento	Perda de qualidade e valor agregado	Padronização de processos e criação de POPs
Talento não aproveitado	Subutilização das capacidades humanas	Conhecimento empírico não sistematizado	Falta de capacitação para uso dos equipamentos	Baixa evolução do sistema produtivo	Capacitação técnica e gestão participativa

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

3.4 Projeto e Desenvolvimento - O *Framework*

3.4 Projeto e Desenvolvimento – O Framework

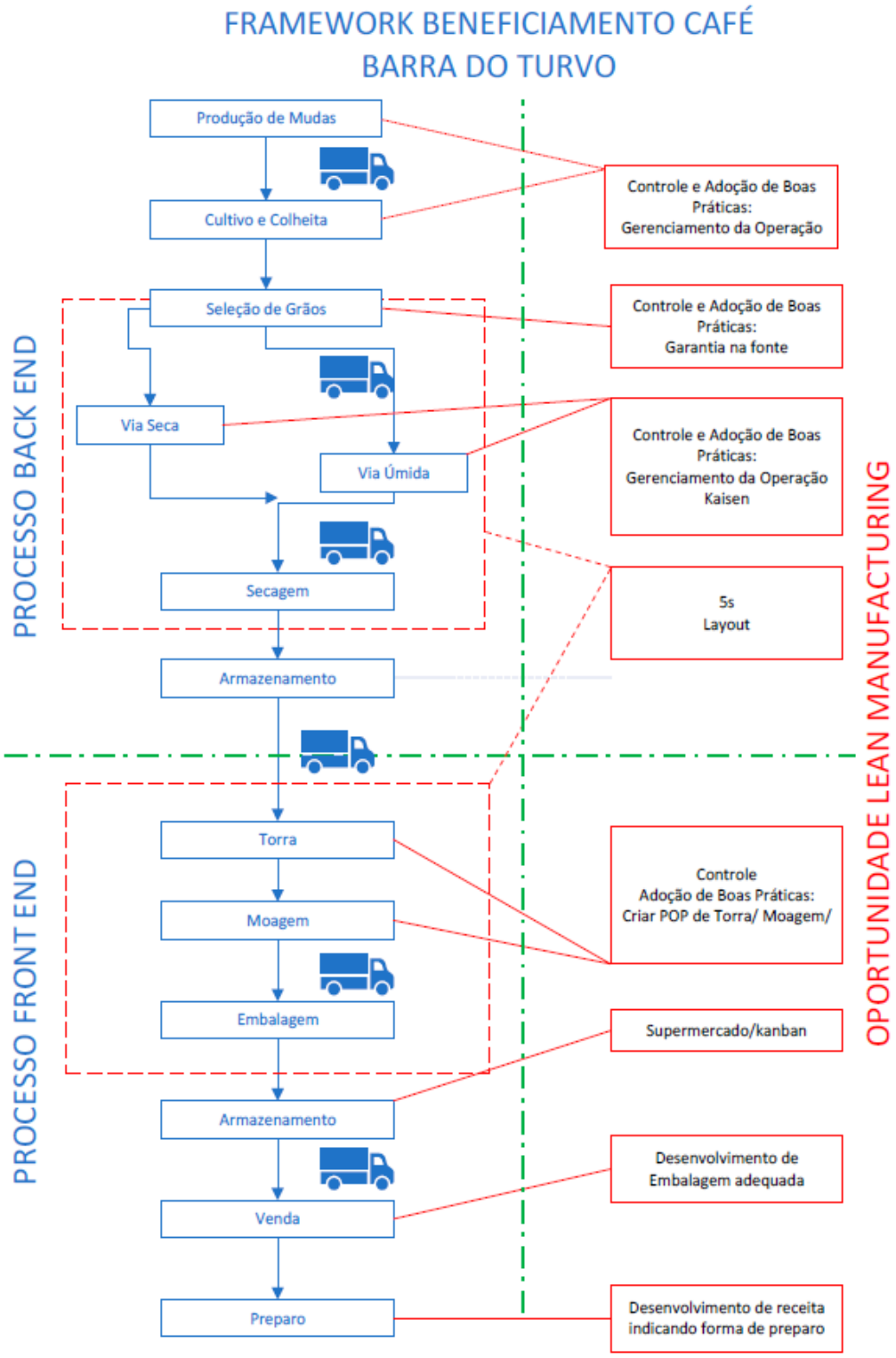
O framework desenvolvido pode ser compreendido como um modelo conceitual estruturado que integra elementos essenciais da gestão da produção, tais como fluxos operacionais, padronização, melhoria contínua e controle. Adicionalmente, incorpora diretrizes práticas por meio da definição de etapas e procedimentos voltados à sua implementação em contextos reais, configurando-se, portanto, como um artefato híbrido do tipo modelo-método. Tal caracterização encontra-se alinhada aos princípios da *Design Science Research*, na medida em que atende aos critérios de utilidade, aplicabilidade e capacidade de contribuir para a solução do problema investigado.

Sua construção foi orientada por uma organização sequencial do processo produtivo do café, desde o cultivo até o beneficiamento e a entrega do produto final, adotada para fins analíticos e de representação. Essa abordagem possibilitou a visualização integrada das etapas, bem como a identificação de oportunidades de eliminação de desperdícios, padronização dos processos e melhoria da qualidade, com base nos problemas previamente diagnosticados. Para tanto, foram adaptadas ferramentas do *Lean Manufacturing* às especificidades do contexto rural e das comunidades quilombolas.

O framework proposto, apresentado na Figura 36, fundamenta-se na realidade observada em campo, valorizando a participação cooperativa e colaborativa dos agentes envolvidos na produção do café. Além disso, oferece diretrizes que contribuem para a melhoria da qualidade do produto no município de Barra do Turvo. No contexto deste estudo, entende-se por café especial aquele capaz de expressar, de forma controlada, atributos sensoriais como aroma, sabor e complexidade, resultando em um produto de maior valor agregado. Ressalta-se, ainda, que a forma de produção, especialmente no contexto das comunidades quilombolas, constitui elemento essencial desse valor, incorporando dimensões culturais que também influenciam a percepção e a diferenciação do produto no mercado.

.

Figura 36 - *Framework* Beneficiamento Café Barra do Turvo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.4.1. Descrição Geral do Back End - Etapa 1: Produção, Cultivo e Colheita

Para fins analíticos, o processo de *Back End* foi estruturado em duas etapas complementares:

- atividades realizadas na lavoura, incluindo produção de mudas, cultivo e colheita;
- atividades realizadas no galpão da propriedade ou na Casa do Café, abrangendo seleção, processamento e embalagem.

Essa divisão está alinhada ao framework proposto, permitindo identificar, de forma estruturada, os pontos de aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* ao longo do fluxo produtivo.

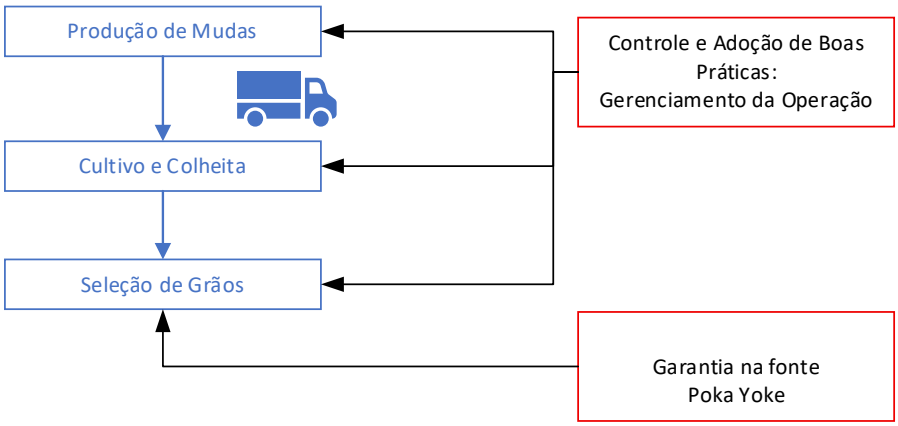
A etapa inicial, apresentada na Figura 37, compreende desde a produção de mudas até a seleção inicial dos grãos, evidenciando a importância da incorporação dos princípios Lean desde a origem do processo produtivo, com foco na qualidade na fonte.

A adoção de práticas de gerenciamento da operação, aliadas à melhoria contínua (*kaizen*), permite a criação de rotinas padronizadas, reduzindo a variabilidade e aumentando a previsibilidade dos resultados. Nesse contexto, a aplicação de mecanismos de *poka-yoke*, como o sistema de separação por boia, contribui para a prevenção de falhas ainda na origem, assegurando que apenas frutos com maior potencial avancem no processo.

Além disso, o registro sistemático das atividades, incluindo origem das sementes, produtividade por lote e características do cultivo, fortalece a rastreabilidade e permite uma gestão mais eficiente dos microlotes, aspecto essencial para a produção de cafés especiais.

A utilização de ferramentas de gestão visual complementa esse processo, facilitando o acompanhamento das atividades e a tomada de decisão pelos produtores. Instrumentos já consolidados, como aqueles propostos pela EMATER-MG, podem ser adaptados à realidade local, contribuindo para a organização das informações produtivas.

Figura 37 - Etapa Processo *back end* lavoura



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

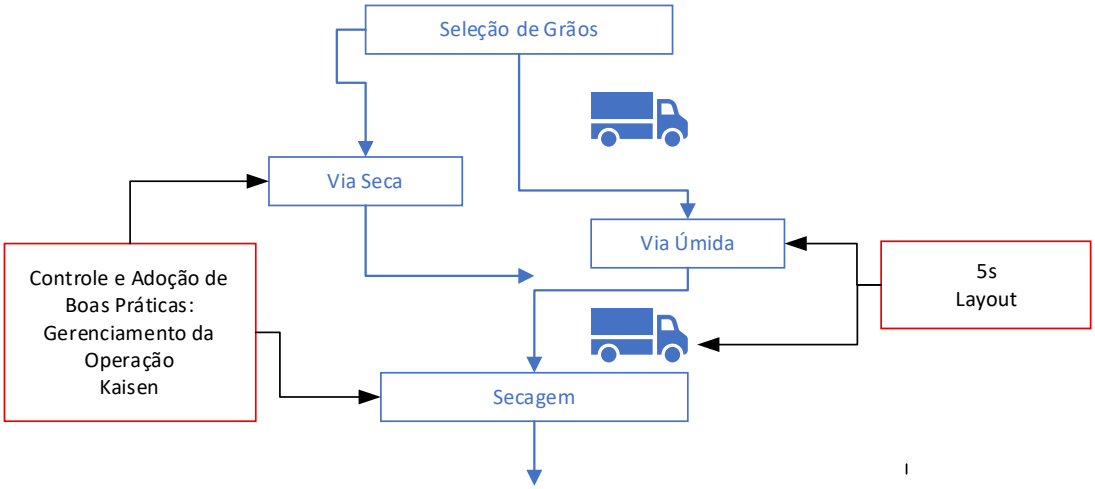
Quadro 14 - Etapa Processo *back end* lavoura

Etapa	Descrição	Lean
Produção de Mudas	As mudas são produzidas no Viveiro Municipal a partir de sementes entregues para essa finalidade. Não foi observado controle da procedência das sementes; conforme verificado em campo, estas faziam parte de um lote previamente descascado há alguns dias	**Gerenciamento e Controle:** recomenda-se a manutenção de registros referentes à origem das sementes utilizadas, possibilitando a identificação das melhores matrizes e, consequentemente, a obtenção de plantas com maior potencial produtivo.
Cultivo e Colheita	Envolve a preparação do terreno, o plantio das mudas, a manutenção das plantas (irrigação, controle de pragas e demais práticas de manejo) e os métodos utilizados na colheita.	**Gerenciamento/ Controle:** recomenda-se a criação de registros de plantio e colheita, a divisão das áreas em lotes menores para melhor acompanhamento da produção, a identificação das plantas com maior produtividade e a segregação do café proveniente de sistemas agroflorestais.
Seleção dos Grãos	Essa etapa é importante para garantir a qualidade do café. É interessante adotar o processo boia para selecionar os melhores grãos.	**Padronização/ Controle/ Poka-Yoke**: realizar o acompanhamento da qualidade dos frutos, considerando a proporção entre grãos cereja e grãos verdes.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.4.2. Descrição Back End - Etapa 2: Beneficiamento e Secagem

Figura 38 - Via Seca, Via Úmida e Secagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Em consonância com as diretrizes estabelecidas no *framework* proposto, a etapa contempla os grãos previamente selecionados para o beneficiamento por via seca ou via úmida, bem como a posterior secagem, oferecendo oportunidades para a integração dos princípios do *Lean Manufacturing*, especialmente no que se refere à organização do fluxo produtivo e à redução de desperdícios.

A aplicação de práticas como o *5S* contribui para a melhoria do layout e da organização do espaço, reduzindo movimentações desnecessárias e facilitando o controle visual das operações. Paralelamente, a padronização das etapas, desde a triagem inicial até a definição do método mais apropriado de processamento, permite maior previsibilidade e consistência na qualidade do produto.

A incorporação de rotinas de *kaizen* (melhoria contínua) possibilita ajustes progressivos no processo, com base na experiência dos próprios operadores, valorizando o conhecimento local. Além disso, o uso de gerenciamento visual e de controles operacionais simplificados auxilia na tomada de decisão quanto ao encaminhamento do café (via seca ou via úmida), evitando retrabalho e reduzindo perdas.

Quadro 15 - Processos *Front End* descascamento

Etapa	Descrição	Lean
Via Seca	Utilização da via seca para o processamento de grãos de qualidade inferior, evitando a mistura com grãos de maior valor agregado.	**Padronização; Controle —** desenvolvimento de critérios para seleção e classificação dos grãos.
Via úmida	Utilização da via úmida para o processamento de grãos maduros (cereja), visando a obtenção de cafés de maior qualidade.	**Padronização; Kaizen —** desenvolvimento de padrões para melhor aproveitamento dos recursos e melhoria contínua do processo.
Secagem	Realização da secagem de forma diferenciada para cada método de processamento (via seca e via úmida), podendo, no caso da via úmida, ser conduzida na Casa do Café..	**Padronização; Kaizen —** estabelecimento de procedimentos que otimizem o uso de recursos e garantam maior uniformidade do processo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.4.3. Descrição do Front End - Etapa 1: Torra, Moagem e Embalagem

O *Front End* compreende as atividades realizadas no galpão da propriedade ou na Casa do Café, abrangendo torra, moagem e embalagem. Para fins didáticos, essa etapa também foi subdividida em duas partes.

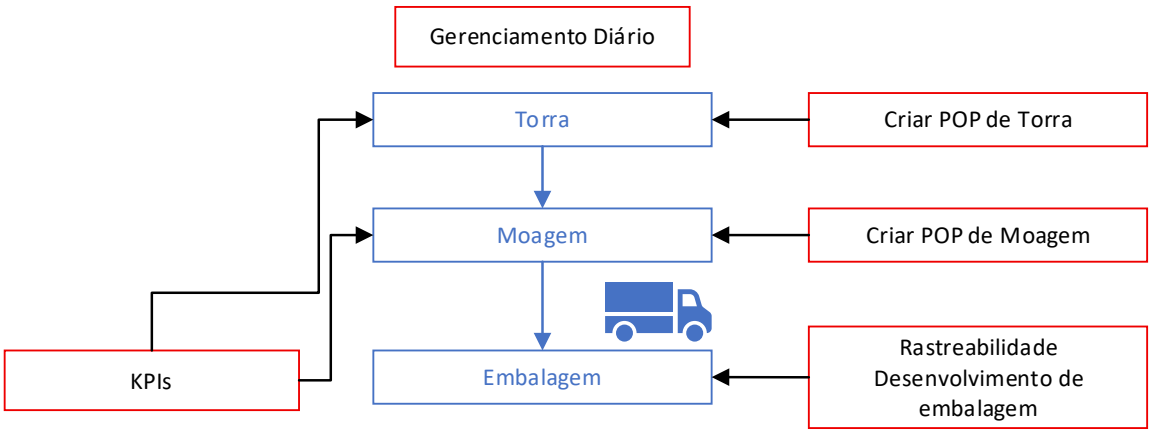
A Etapa 1 contempla as operações de torra, moagem e embalagem, articulando-se ao gerenciamento diário, à definição de procedimentos operacionais padronizados (POP) e ao monitoramento por indicadores-chave de desempenho (*Key Performance Indicators – KPIs*). Esses elementos representam um nível mais avançado de integração dos princípios do *Lean Manufacturing*, com foco na estabilidade e no controle do processo.

A implementação de procedimentos operacionais padronizados para as etapas de torra e moagem contribui para a redução da variabilidade e para a repetibilidade das características sensoriais do café, aspecto fundamental na produção de cafés especiais. O gerenciamento diário possibilita o acompanhamento contínuo das operações, facilitando a identificação rápida de desvios e a adoção de ações corretivas.

A utilização de indicadores-chave de desempenho (*KPIs*) permite mensurar aspectos como tempo de processamento, perdas e consistência da qualidade, promovendo uma gestão orientada por dados. Por sua vez, a rastreabilidade na etapa de embalagem agrega valor ao

produto ao garantir maior transparência ao consumidor, reforçando sua confiabilidade e diferenciação no mercado.

Figura 39 – Processos Torra Moagem e Embalagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Quadro 16 - Processos Torra Moagem e Embalagem

Etapa	Descrição	Lean
Torra	A torra é uma das etapas mais críticas do processo, na qual ocorrem transformações físicas e químicas responsáveis pela definição das características sensoriais do café, como aroma, sabor, acidez e corpo, influenciando diretamente o perfil final da bebida.	Padronização; Kaizen — desenvolvimento de padrões e receitas de torra para garantir repetibilidade, melhor aproveitamento dos recursos e consistência da qualidade
Moagem	Consiste na redução granulométrica dos grãos torrados, adequando-os aos diferentes métodos de extração da bebida, de modo a influenciar diretamente a qualidade sensorial final	Padronização; Kaizen — desenvolvimento de padrões e receitas de moagem, visando maior controle do processo e uniformidade do produto
Embalagem	Etapa responsável pelo acondicionamento do café torrado, garantindo sua conservação, proteção contra agentes externos e adequação às exigências de comercialização.	Padronização — desenvolvimento de embalagens que assegurem a rastreabilidade, indiquem a procedência e comuniquem as características do produto

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Observa-se que, nas etapas de torra e moagem, a padronização, associada à definição de receitas operacionais, constitui elemento central para a garantia da qualidade sensorial do café. Na etapa de embalagem, por sua vez, destaca-se o papel da rastreabilidade como mecanismo de agregação de valor ao produto.

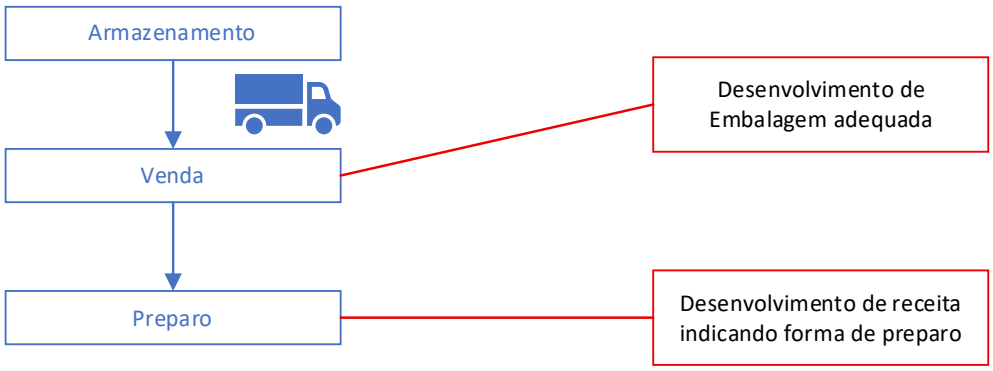
3.4.4. Descrição do Front End - Etapa 2: Armazenamento, Venda e Preparo

A última etapa compreende o armazenamento, a comercialização e o preparo do café, evidenciando um momento estratégico para a aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing*, com foco na agregação de valor ao produto final. No armazenamento, práticas de organização e controle, como o 5S e a gestão visual, contribuem para a preservação da qualidade e a redução de perdas.

Na etapa de comercialização, o desenvolvimento de embalagens adequadas atua não apenas como elemento de proteção do produto, mas também como fator de diferenciação e agregação de valor, especialmente no contexto de cafés especiais e de origem quilombola. Já na etapa de preparo, a padronização, por meio do desenvolvimento de receitas e de orientações claras, permite garantir maior consistência na experiência do consumidor, reduzindo a variabilidade e potencializando as características sensoriais do café.

Dessa forma, o *Lean Manufacturing* estende-se para além do processo produtivo, alcançando também as etapas finais da cadeia de valor como instrumento de qualidade, padronização e geração de valor percebido, fortalecendo a inserção do produto no mercado.

Figura 40 – Armazenamento, Venda e Preparo



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Quadro 17 - Processos Front End - Final

Etapa	Descrição	Lean
Armazenagem e Logística	Etapa responsável pelo transporte e armazenamento das embalagens até o destino final, garantindo a integridade do produto e a organização dos lotes.	**Gestão de estoques (Kanban); Padronização** — separação por tipo de café e por lotes de produção, favorecendo o controle e a rastreabilidade.
Venda do produto	Etapa responsável pela comercialização do café ao consumidor final, incluindo estratégias de apresentação, comunicação da origem e valorização do produto.	**Gestão visual; Padronização —** uso de informações de rastreabilidade, identidade territorial e padronização da comunicação, visando aumentar a percepção de valor e a diferenciação no mercado.
Preparo da bebida final	Consiste na transformação do café (em grãos ou moído) em bebida, etapa diretamente relacionada à experiência do consumidor.	**Padronização (POPs) —** definição de procedimentos e receitas de preparo, visando consistência na qualidade e aprimoramento da experiência de consumo do café de Barra do Turvo

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

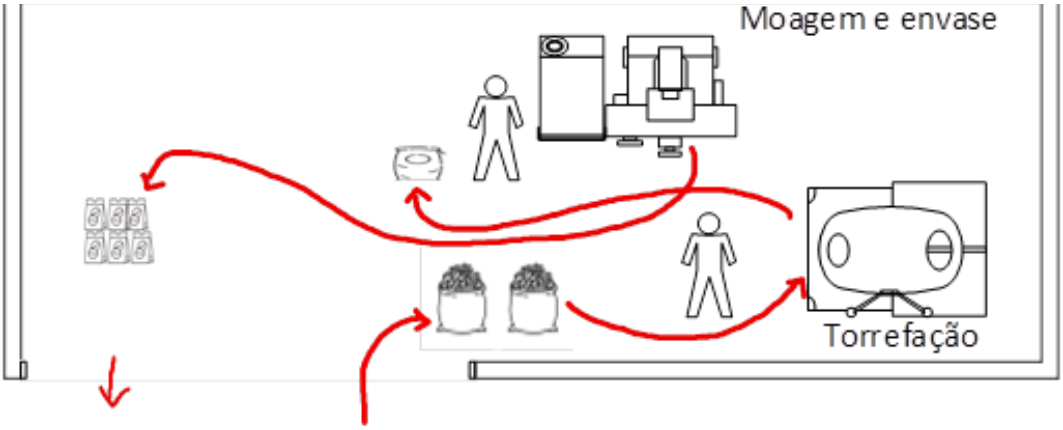
Observa-se que, nas etapas finais da cadeia, os princípios do *Lean Manufacturing* contribuem não apenas para a eficiência operacional, mas também para a organização logística e para a padronização da experiência do consumidor, ampliando a percepção de valor do produto.

3.5 Demonstração.

A demonstração foi delimitada às etapas de torra, moagem e envase. Para a condução da análise, foram seguidas as seguintes etapas metodológicas: análise do *layout* produtivo; levantamento das operações e dos respectivos tempos de execução; elaboração do diagrama de espaguete; construção do Mapa de Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*); análise dos tempos por meio do Gráfico de Balanceamento de Operações (GBO); proposição de um novo *layout* produtivo; e reavaliação dos tempos com base na configuração proposta.

A análise do *layout* considerou a disposição atual das máquinas e o fluxo produtivo observado. Com base nesse *layout*, foi elaborado um diagrama de espaguete para representar a movimentação do produto ao longo do processo produtivo, conforme apresentado na Figura 41.

Figura 41 - Layout Atual – Diagrama Espaguete



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Considerando que a produção ainda se encontra em fase inicial e que não existem dados consolidados sobre o volume produzido, bem como um levantamento criterioso dos tempos de execução das operações, adotaram-se valores estimados com base nas observações realizadas em campo.

Como referência para a demonstração, considerou-se uma produção mensal de 100 sacas de café de 50 kg, fracionadas em embalagens de 500 g. Nessa configuração, a produção mensal estimada corresponde a 10.000 unidades. O Quadro 18 apresenta os parâmetros adotados na demonstração.

Quadro 18 - Tempos Estimados para 100 sacas mês

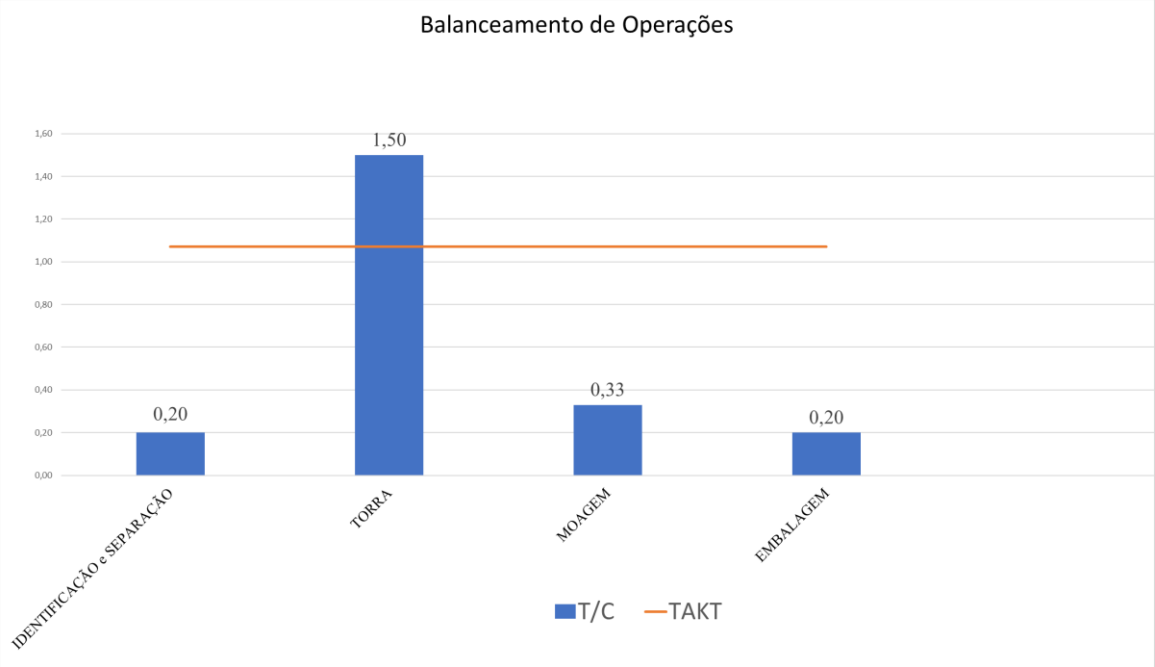
Parâmetro	**Valor**	**Unidade**
Produto	Café em embalagem de 500 g	sacos
Demanda mensal	10.000	unidades/mês
Demanda diária	476	unidades/turno
Dias trabalhados por mês	21	dias
Takt time	1,07 (≈ 1 min 05 s)	min/unidade
Número de operadores	2	pessoas
Jornada de trabalho	07:00 às 17:00	horas
Intervalos (almoço e pausas)	1h30	horas
Tempo disponível por dia	8h30 (510 min)	min

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

O cálculo do takt time evidencia o ritmo de produção necessário para atender à demanda, servindo como referência para o balanceamento das operações e para a identificação de gargalos no processo produtivo. Os resultados indicam um desbalanceamento da linha de produção, sendo a etapa de torra identificada como o principal gargalo do processo. Essa restrição limita o desempenho das etapas subsequentes, como evidenciado no Gráfico de Balanceamento de Operações (GBO) do estado atual, no qual o tempo de ciclo da torra ultrapassa o takt time, comprometendo o fluxo contínuo e a eficiência global do sistema.

A Figura 42 apresenta o GBO do estado atual, contendo os tempos de ciclo levantados e a linha correspondente ao takt time, permitindo a análise comparativa entre a capacidade produtiva e a demanda requerida.

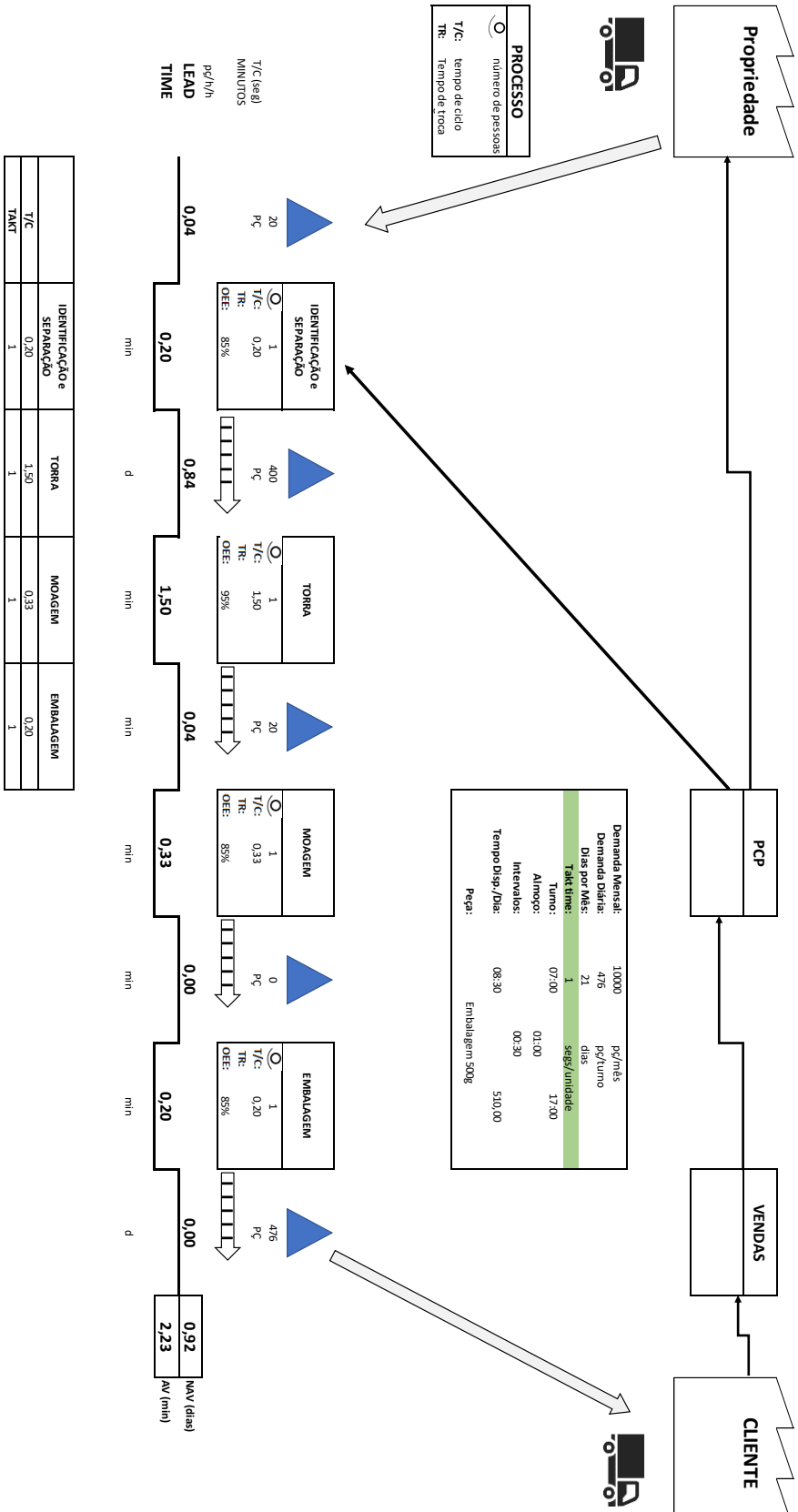
Figura 42 – GBO Operação Atual



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

A construção do Value Stream Mapping (VSM) considerou a entrada diária de quatro sacas de café verde, com 50 kg cada. Ressalta-se, entretanto, que o estoque a ser processado pode já estar disponível no próprio local de produção, condição que pode influenciar a dinâmica do fluxo produtivo. Observou-se, ainda, que a operação é realizada por dois operadores, conforme verificado durante as visitas de campo. A Figura 43 apresenta o VSM construído para o cenário analisado.

Figura 43 - VSM Atual Etapa Torrefação e Moagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Como pode ser observado, a configuração atual não é capaz de atender à demanda estabelecida para a demonstração. Considerando apenas o tempo consumido na operação gargalo, correspondente à etapa de torra, a capacidade máxima de produção seria de aproximadamente 340 unidades. Ressalta-se que, em um ambiente real, a cronoanálise deve ser realizada de forma detalhada, tanto antes quanto após a implementação das melhorias propostas.

Cabe destacar que a capacidade máxima de processamento da etapa de moagem é de 180 kg/h, valor significativamente superior à capacidade da etapa de torra. Esse resultado confirma que a restrição do sistema produtivo está concentrada na operação de torrefação, reforçando a necessidade de direcionar as ações de melhoria para essa etapa.

3.6 Avaliação.

3.6.1 Simulação estado atual

Devido às limitações relacionadas à sazonalidade da produção e às questões logísticas, optou-se por realizar a etapa de validação por meio de simulação computacional. As simulações foram realizadas utilizando o software FlexSim, versão 2026 (FLEXSIM SOFTWARE PRODUCTS INC., 2026), e orientadas conforme a documentação oficial do fabricante.

O FlexSim, como instrumento de apoio à análise do processo, possibilitou a visualização detalhada do fluxo produtivo nas etapas de torra e envase, permitindo a identificação de gargalos operacionais e a avaliação de diferentes cenários de melhoria. Além disso, a ferramenta possibilitou testar, de forma controlada e sem interferência no sistema real, as propostas desenvolvidas ao longo do estudo, contribuindo para a validação do artefato proposto. Simultaneamente, reforçou a tomada de decisão baseada em dados e o alinhamento aos princípios de eficiência e redução de desperdícios preconizados pelo *Lean Manufacturing*.

A Figura 44 apresenta o modelo desenvolvido para a simulação do estado atual, representando o fluxo produtivo do processo de beneficiamento de café, com ênfase nas etapas de separação, torra, moagem e envase. O modelo foi estruturado com base na configuração observada em campo, buscando reproduzir, de forma fiel, a disposição dos recursos, a lógica de operação e o fluxo de materiais.

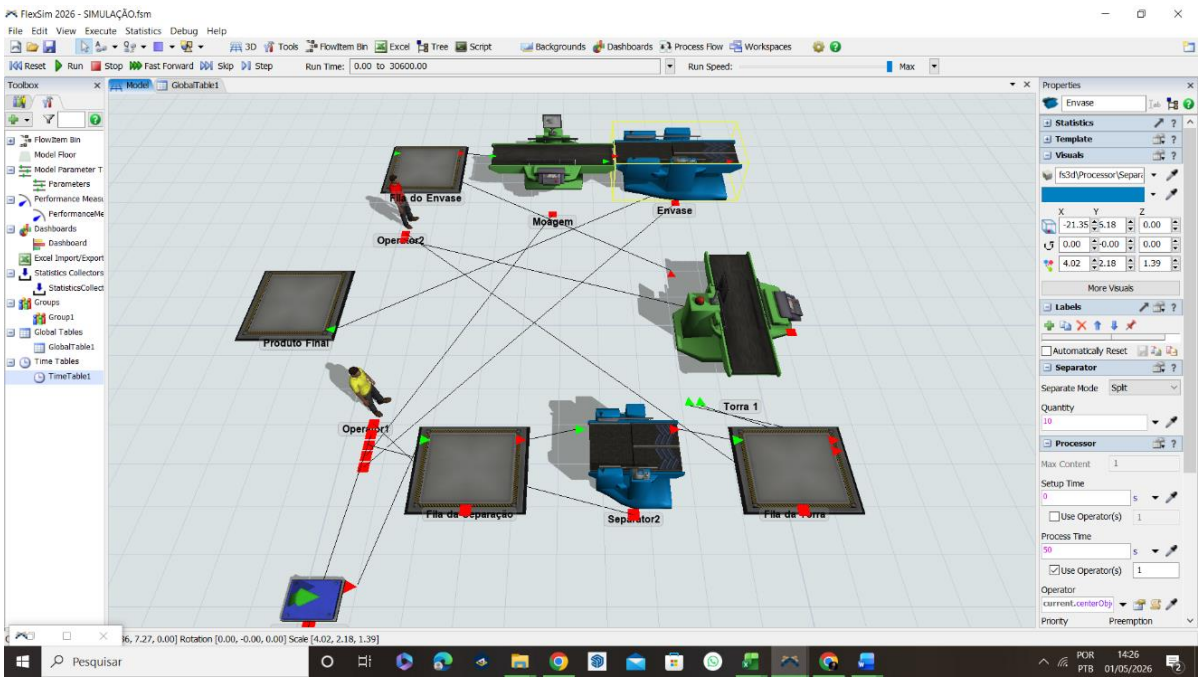
O processo tem início na etapa de separação, representada por uma fila inicial (“Fila da Separação”) seguida pelo recurso “Separador”, responsável pela triagem dos grãos. Após essa etapa, os itens seguem para a fila de torra (“Fila da Torra”), onde aguardam processamento.

A etapa de torrefação é representada pelo recurso produtivo “Torra 1”. Após a torra, os grãos são direcionados à etapa de moagem, representada pelo recurso “Moagem”, precedido por uma fila intermediária (“Fila da Moagem”).

Na sequência, o fluxo segue para a etapa de envase, na qual o produto é embalado antes de ser encaminhado ao ponto final do sistema (“Produto Final”). O modelo também incorpora operadores responsáveis pela movimentação dos materiais entre os recursos, evidenciando deslocamentos que impactam diretamente o tempo total do processo, conforme ilustrado pelo diagrama de fluxos (linhas de conexão entre os elementos).

A disposição espacial dos recursos no ambiente de simulação permite analisar o *layout* produtivo e identificar oportunidades de melhoria relacionadas à redução de movimentações desnecessárias, em alinhamento aos princípios do *Lean Manufacturing*. Nesse sentido, o modelo possibilita avaliar não apenas os tempos de processamento, mas também a interação entre *layout*, fluxo e utilização dos recursos..

Figura 44- Simulação Situação Atual



Fonte: Elaborado pelo autor com base em simulação no *software* FlexSim (2026).

Para a avaliação inicial, foram inseridos na simulação os parâmetros descritos no Quadro 18, os mesmos utilizados na construção do *Value Stream Mapping* (*VSM*) apresentado na Figura 43. Os indicadores de desempenho obtidos por meio da simulação computacional são apresentados no Quadro 19, considerando o modelo produtivo das etapas de torra, moagem e envase. Os dados foram extraídos do módulo *Performance Measures*, permitindo a análise de variáveis operacionais, como tempo de ciclo, ocupação dos recursos, tamanho e tempo de permanência nas filas, além da quantidade de operações realizadas em cada etapa do processo. Os resultados demonstraram que a produção simulada apresentou valores muito próximos aos estimados pelo *VSM*, indicando consistência entre os modelos analítico e computacional.

Quadro 19 – Resultados Iniciais da simulação do processo produtivo (FlexSim)

PerformanceMeasures

Performance Measures 24

Name	Value	Display Units	Description
Fila de Separação	6	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Separação	0.02	unid	Médias unidades na fila
Fila da Separação	105.64	seg	Tempo médio de fila
Separador	60	unid	Operações realizadas pela máquina
Separador	15.64	seg	Tempo de ciclo
Separador	0.02	%	Ocupação da máquina
Fila da Torra	59	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Torra	42.98	unid	Médias unidades na fila
Fila da Torra	14983.58	seg	Tempo médio de fila
Torra 1	32	unid	Operações realizadas pela máquina
Torra 1	923.66	seg	Tempo de ciclo
Torra 1	95.66	%	Ocupação da máquina
Fila da Moagem	1	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Moagem	0	unid	Médias unidades na fila
Fila da Moagem	0	seg	Tempo médio de fila
Moagem	31	unid	Operações realizadas pela máquina
Moagem	606.77	seg	Tempo de ciclo
Moagem	62.40	%	Ocupação da máquina
Envase	310	unid	Operações realizadas pela máquina
Envase	53.72	seg	Tempo de ciclo
Envase	5.07	%	Ocupação da máquina
Produto final	310	unid	PRODUÇÃO
Operador 1	5.30	%	Tempo em atividades que agregam valor
Operador 2	2.16	%	Tempo em atividades que agregam valor

Fonte: Elaborado pelo autor com base em simulação no *software* FlexSim (2026).

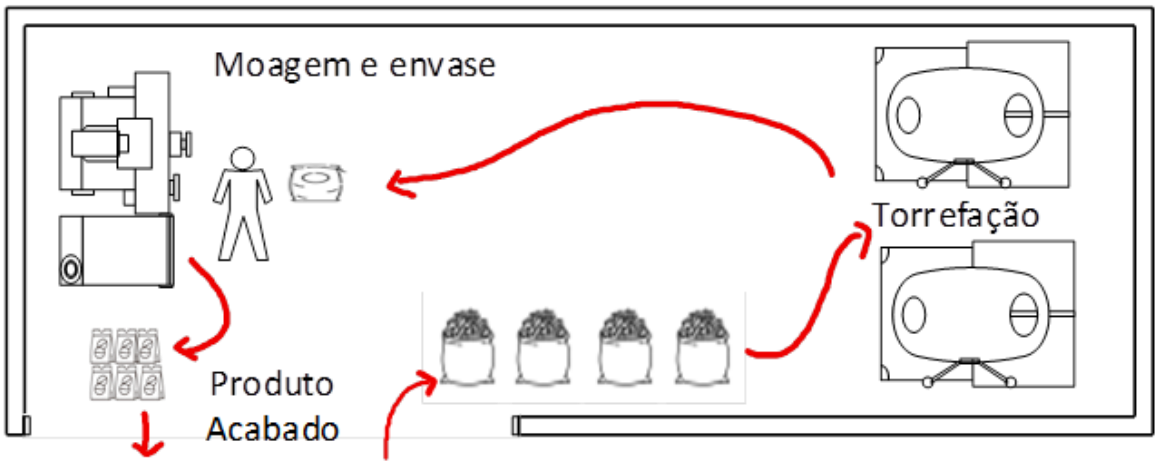
A diferença de aproximadamente 30 unidades na produção é compreensível, uma vez que o modelo computacional incorpora variáveis como movimentação, abastecimento e tempos de *setup*, as quais são mais difíceis de representar com precisão no *Value Stream Mapping* (*VSM*).

Observa-se que a etapa de torra (destacada no Quadro 19) apresenta elevada taxa de ocupação (95,66%), caracterizando-a como o gargalo do sistema produtivo. Esse comportamento também se reflete no elevado tempo médio de espera na fila da torra, evidenciando o acúmulo de unidades e a restrição de capacidade nessa etapa. Em contraste, as etapas de envase e separação apresentam baixos níveis de ocupação, indicando ociosidade e desbalanceamento do fluxo produtivo. Esse resultado reforça a necessidade de intervenções específicas na etapa de torrefação, seja por meio do aumento da capacidade produtiva, da redução dos tempos de ciclo ou da melhoria do balanceamento das operações.

3.6.2 Simulação estado futuro

Para a simulação do estado futuro, o *layout* foi reajustado de modo a proporcionar um fluxo produtivo mais contínuo e sem cruzamentos, em conformidade com os princípios do *Lean Manufacturing*. O novo *layout*, juntamente com o diagrama de espaguete correspondente, é apresentado na Figura 45.

Figura 45 - *Layout* com dois Torradores - Diagrama Espaguete

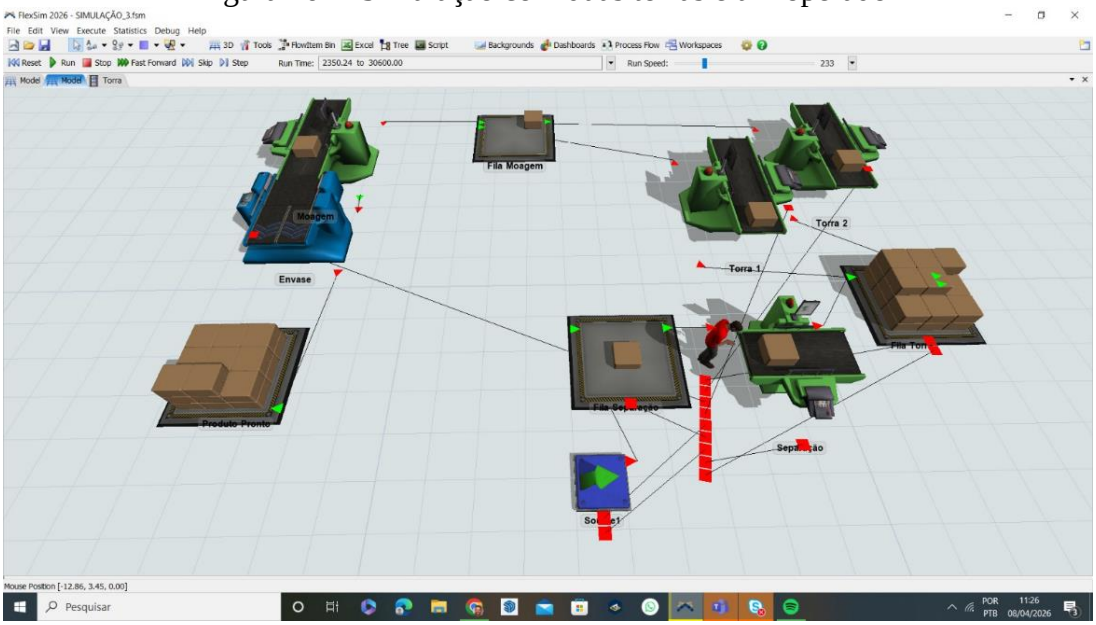


Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Posteriormente, o modelo foi reconfigurado no software FlexSim, incorporando as modificações propostas a partir da análise do cenário inicial. Entre as principais alterações, destaca-se a introdução de uma segunda máquina de torrefação, posicionada de forma adjacente à primeira, permitindo a operação simultânea (*paralela*) e o aumento da capacidade produtiva da etapa crítica do processo.

Adicionalmente, foram simulados cenários alternativos de operação, incluindo a utilização de apenas um operador. Os resultados indicaram que, mesmo com a redução dos recursos humanos, o sistema mantém sua capacidade produtiva dentro dos limites estabelecidos, evidenciando a viabilidade operacional dessa configuração e ganhos potenciais em termos de eficiência na utilização da mão de obra. A Figura 46 apresenta a simulação com duas máquinas de torrefação e um operador.

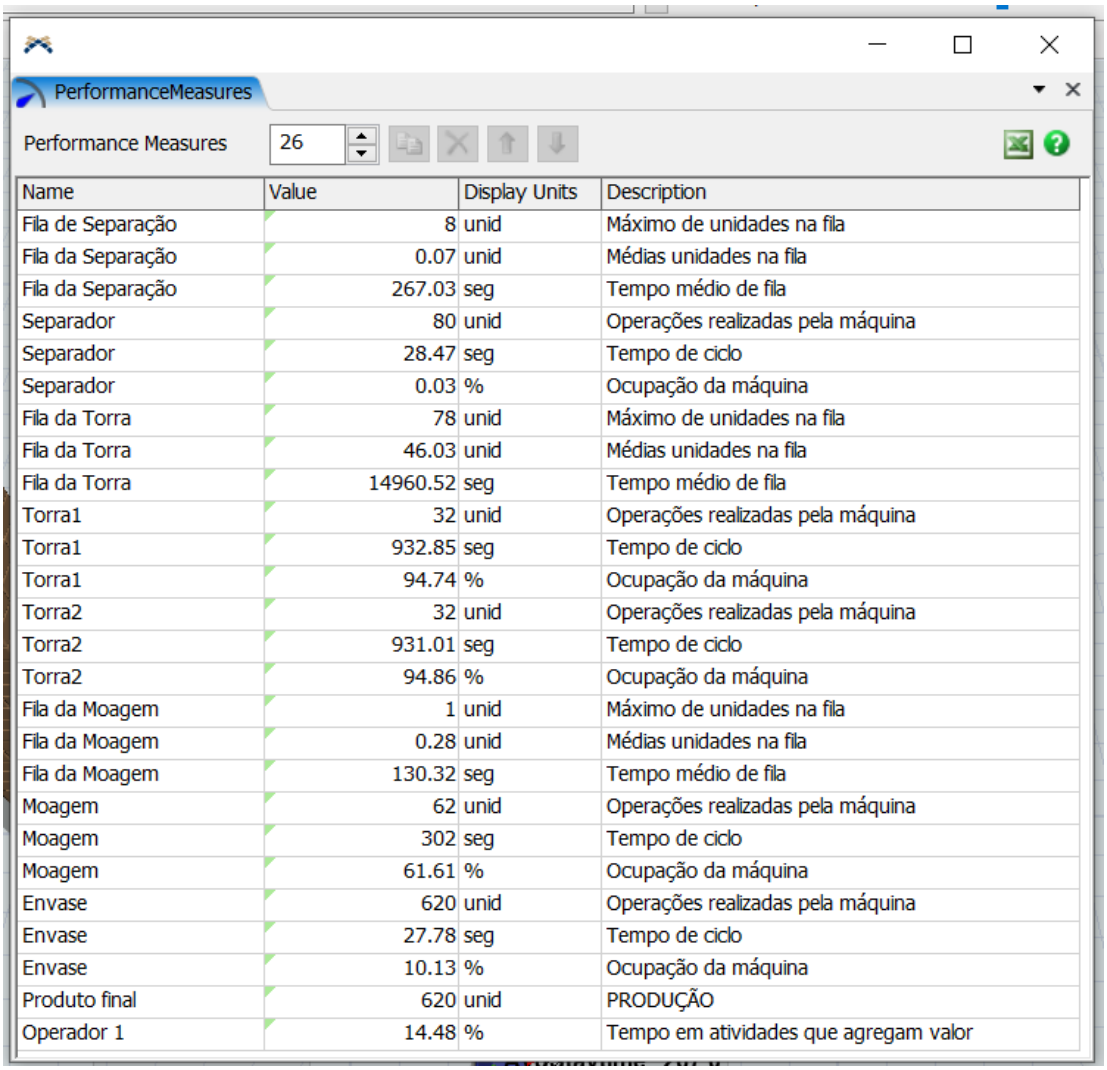
Figura 46 – Simulação com duas torras e um operador



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

As modificações propostas foram fundamentadas nos princípios do *Lean Manufacturing*, com ênfase no balanceamento da produção, na redução de gargalos e na melhoria do fluxo produtivo. Os resultados obtidos na simulação são apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 – Resultados Finais da simulação do processo produtivo (FlexSim)



PerformanceMeasures

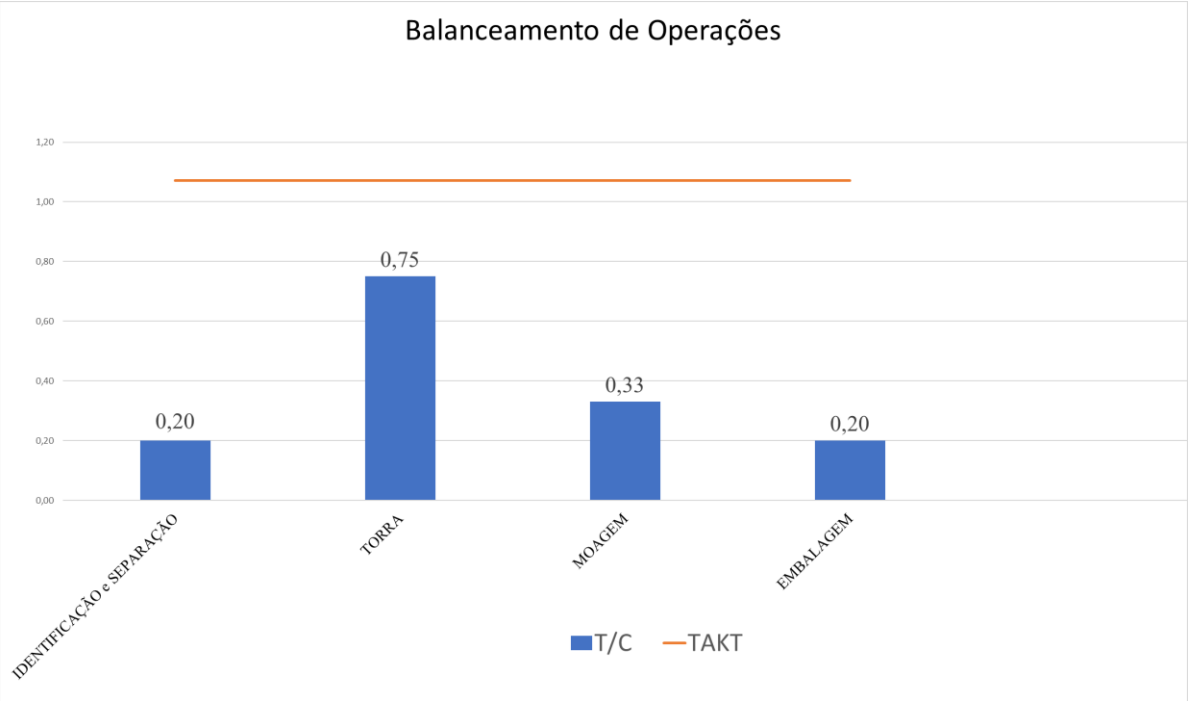
Performance Measures 26

Name	Value	Display Units	Description
Fila de Separação	8	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Separação	0.07	unid	Médias unidades na fila
Fila da Separação	267.03	seg	Tempo médio de fila
Separador	80	unid	Operações realizadas pela máquina
Separador	28.47	seg	Tempo de ciclo
Separador	0.03	%	Ocupação da máquina
Fila da Torra	78	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Torra	46.03	unid	Médias unidades na fila
Fila da Torra	14960.52	seg	Tempo médio de fila
Torra1	32	unid	Operações realizadas pela máquina
Torra1	932.85	seg	Tempo de ciclo
Torra1	94.74	%	Ocupação da máquina
Torra2	32	unid	Operações realizadas pela máquina
Torra2	931.01	seg	Tempo de ciclo
Torra2	94.86	%	Ocupação da máquina
Fila da Moagem	1	unid	Máximo de unidades na fila
Fila da Moagem	0.28	unid	Médias unidades na fila
Fila da Moagem	130.32	seg	Tempo médio de fila
Moagem	62	unid	Operações realizadas pela máquina
Moagem	302	seg	Tempo de ciclo
Moagem	61.61	%	Ocupação da máquina
Envase	620	unid	Operações realizadas pela máquina
Envase	27.78	seg	Tempo de ciclo
Envase	10.13	%	Ocupação da máquina
Produto final	620	unid	PRODUÇÃO
Operador 1	14.48	%	Tempo em atividades que agregam valor

Fonte: Elaborado pelo autor com base em simulação no software FlexSim (2026).

O Gráfico de Balanceamento de Operações (*GBO*), apresentado na Figura 47 e elaborado a partir das modificações propostas, demonstrou que a produção passou a atender ao *takt time*. Complementarmente, a simulação realizada no FlexSim indicou uma produção de 620 unidades. Em conjunto, esses resultados evidenciam ganhos significativos de eficiência decorrentes das intervenções propostas, demonstrando a eficácia da aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing* na reconfiguração do processo produtivo.

Figura 47- GBO – Operação com dois Torradores



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Dessa forma, a simulação do cenário futuro permitiu não apenas validar as modificações propostas, mas também identificar oportunidades adicionais de otimização, reforçando a aplicabilidade do *framework* desenvolvido como instrumento de apoio à tomada de decisão e à melhoria contínua do sistema produtivo.

Os indicadores de desempenho obtidos por meio da ferramenta *Performance Measures* do software FlexSim permitiram analisar a utilização dos recursos e o desempenho do sistema em diferentes configurações operacionais. Dentre os cenários simulados, foram selecionadas quatro situações consideradas mais representativas para os objetivos desta pesquisa, organizadas em um quadro comparativo.

O Quadro 21, elaborado com o auxílio do Microsoft Excel, apresenta a comparação dos indicadores de desempenho obtidos nos quatro cenários de simulação, permitindo analisar o comportamento do sistema produtivo sob diferentes configurações operacionais.

Quadro 21 - Resumo Simulação

Equip/ Fila	Simulação				Unidade de Medida	Descrição
	1	2	3	4		
Fila de Separação	6	6	7	8	unid.	Unidades processadas
Fila da Separação	0,03	0,03	0,01	0,07	unid.	Média de unidades na fila
Fila da Separação	139,08	152,5	33,46	267,03	seg.	Tempo médio de fila
Separador	60	60	80	80	unid.	Operações
Separador	23,06	19,85	19,85	28,47	seg.	Tempo médio de ciclo
Separador	0,02	0,02	0,03	0,03	%	Ocupação da máquina
Fila da Torra	59	59	78	78	unid.	Unidades processadas
Fila da Torra	42,9	43,23	46,57	46,03	unid.	Média de unidades na fila
Fila da Torra	14962,31	14812,39	15118,71	14960,52	seg.	Tempo médio de fila
Torra1	32	31	32	32	unid.	Operações
Torra1	923,64	940,77	926,41	932,85	seg.	Tempo médio de ciclo
Torra1	95,66	93,61	95,05	94,74	%	Ocupação da máquina
Torra2	N/C	N/C	32	32	unid.	Operações
Torra2	N/C	N/C	924,79	931,01	seg.	Tempo médio de ciclo
Torra2	N/C	N/C	95,19	94,86	%	Ocupação da máquina
Fila da Moagem	1	1	1	1	unid.	Unidades processadas
Fila da Moagem	0	0	0,27	0,28	unid.	Média de unidades na fila
Fila da Moagem	0	0	130,58	130,32	seg.	Tempo médio de fila
Moagem	31	31	63	62	unid.	Operações
Moagem	606,78	619,41	302	302	seg.	Tempo médio de ciclo
Moagem	62,4	60,78	61,94	61,61	%	Ocupação da máquina
Envase	310	307	621	620	unid.	Operações
Envase	53,72	83,58	31,31	27,78	seg.	Tempo médio de ciclo
Envase	5,07	5,07	10,29	10,13	%	Ocupação da máquina
Produto final	310	307	621	620	unid.	PRODUÇÃO
Operador 1	5,3	6,52	10,33	14,48	%	Tempo total ocupado em atividades que agregam valor
Operador 2	2,16	N/C	4,31	N/C	%	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em simulação no software FlexSim (2026).

Nos cenários 1 e 2, observa-se a operação com apenas uma máquina de torra, evidenciada pela ausência de dados para o recurso "Torra 2". Nesses casos, a produção final atingiu 310 e 307 unidades, respectivamente, valores inferiores à demanda diária estabelecida pelo *takt time*. A elevada taxa de ocupação da máquina de torra (superior a 93%) e o alto tempo médio de espera na fila da torra (aproximadamente entre 14.800 e 15.000 segundos) confirmam a existência de um gargalo nessa etapa, limitando o desempenho global do sistema.

Nos cenários 3 e 4, com a introdução de uma segunda máquina de torra, observa-se um aumento significativo da capacidade produtiva, com a produção alcançando 621 e 620 unidades, respectivamente, superando a demanda requerida. A carga de trabalho passa a ser distribuída entre os dois torradores, que operam com níveis de ocupação semelhantes (próximos a 95%), evidenciando um melhor balanceamento da etapa crítica em relação ao *takt time* adotado para a simulação.

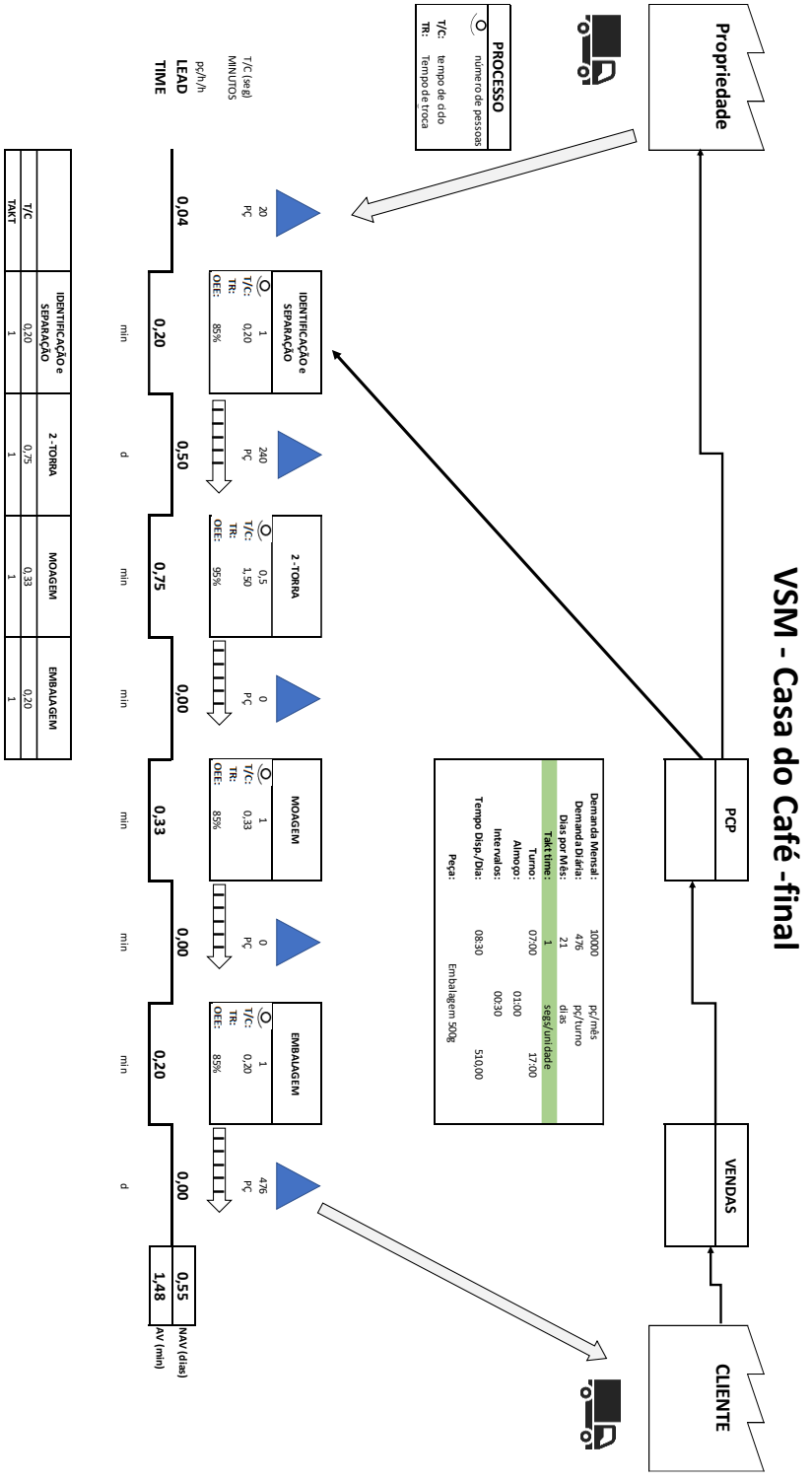
A análise das etapas subsequentes indica que a moagem mantém níveis moderados de ocupação (em torno de 61%), enquanto o envase apresenta baixa utilização dos recursos (entre 5% e 10%), caracterizando capacidade ociosa nessas fases do processo. Esse comportamento confirma que a restrição do sistema estava concentrada na torrefação, sendo parcialmente mitigada com a duplicação desse recurso.

Adicionalmente, observa-se que a operação com apenas um operador (cenários 2 e 4) não compromete significativamente o desempenho produtivo, indicando a possibilidade de otimização da utilização da mão de obra, sem prejuízo à capacidade do sistema.

De forma geral, os resultados evidenciam que a introdução da segunda máquina de torra constitui a principal intervenção para a melhoria do desempenho do sistema, permitindo não apenas o atendimento da demanda, mas também o avanço em direção a um fluxo produtivo mais equilibrado, em consonância com os princípios do *Lean Manufacturing*.

A Figura 48 apresenta o *Value Stream Mapping* (*VSM*) do estado futuro, incorporando a introdução de duas máquinas de torra e a redução dos tempos de espera nas filas, o que permitiu que a produção se mantivesse dentro do *takt time*. A análise do mapa evidencia que, apesar da melhoria no desempenho do sistema, ainda persiste um gargalo na etapa de torrefação, refletido na elevada taxa de ocupação das máquinas, em torno de 95%. Esse comportamento está associado ao dimensionamento da capacidade produtiva nessa etapa, que permanece como o principal fator restritivo do sistema. Por outro lado, esse cenário também evidencia uma oportunidade de expansão, uma vez que, caso haja aumento da demanda, poderá ser considerada a incorporação de uma nova máquina de torra, sem a necessidade imediata de ampliação das etapas de moagem e envase, que apresentam capacidade disponível.

Figura 48- VSM Futuro Torrefação e Moagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

3.6.3 Comentários etapa avaliação

Os resultados obtidos por meio da simulação computacional não apenas corroboram as decisões operacionais propostas, mas também evidenciam a aplicabilidade do *framework* desenvolvido nesta pesquisa. A identificação do gargalo na etapa de torrefação, seguida da proposição de aumento da capacidade por meio da inclusão de uma segunda máquina, materializa os princípios estruturantes do modelo, especialmente no que se refere à análise do fluxo produtivo, à identificação de desperdícios e à proposição de melhorias contínuas, em consonância com os fundamentos do *Lean Manufacturing*.

Adicionalmente, a aplicação do *framework* permitiu identificar inconsistências relacionadas ao dimensionamento e à utilização dos recursos produtivos. Observou-se a existência de equipamentos subutilizados ou sem aplicação efetiva no processo atual, como o descascador de pergaminho, cuja operação depende de um sistema complementar não disponível. Nesse sentido, recomenda-se a reavaliação do parque de máquinas, incluindo a possibilidade de substituição desse equipamento por recursos mais aderentes às necessidades produtivas, como a ampliação da capacidade de torrefação. De forma semelhante, destaca-se a subutilização do secador com capacidade de 1.000 kg, indicando a necessidade de revisão dos processos de secagem e de sua integração ao fluxo produtivo.

Cabe ressaltar que a validação realizada concentrou-se predominantemente nos aspectos quantitativos do processo, tais como capacidade produtiva, tempos de ciclo e balanceamento das operações. Entretanto, conforme discutido na fundamentação teórica, a etapa de torra exerce papel determinante na qualidade final do café, especialmente no contexto da produção de cafés especiais. Nesse sentido, sob a perspectiva qualitativa, torna-se fundamental a elaboração de Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) que assegurem o adequado ajuste dos parâmetros de torrefação e a reprodutibilidade das características sensoriais do produto.

Adicionalmente, recomenda-se o investimento em capacitação técnica, com a formação de um profissional especializado em torrefação (*coffee roaster*), capaz de atender de forma compartilhada os produtores locais. Essa iniciativa pode contribuir não apenas para a padronização do processo, mas também para a agregação de valor ao produto, fortalecendo a competitividade e a identidade do café produzido pelas comunidades quilombolas.

4. CONCLUSÃO

A presente dissertação teve como objetivo desenvolver e avaliar um *framework* de gestão da produção de baixo custo voltado ao beneficiamento de café em comunidades quilombolas do município de Barra do Turvo, buscando integrar os princípios do *Lean Manufacturing* às especificidades socioculturais e aos saberes tradicionais dessas comunidades.

A adoção da abordagem da *Design Science Research* possibilitou não apenas a compreensão do contexto produtivo investigado, mas também a proposição de um artefato com aplicabilidade prática, estruturado a partir das limitações e potencialidades locais. Os objetivos específicos foram alcançados por meio da caracterização do contexto social, cultural e econômico, da identificação de oportunidades de melhoria e da construção de um *framework* alinhado às boas práticas de gestão, sem desconsiderar as particularidades do ambiente analisado.

Os resultados demonstram que a adoção de práticas estruturadas de gestão da produção, mesmo em contextos caracterizados por restrições de infraestrutura e recursos, contribui para a organização do fluxo produtivo, a redução de desperdícios e a padronização das operações. Esses avanços refletem diretamente na qualidade do produto e ampliam as possibilidades de inserção em mercados de maior valor agregado, como o de cafés especiais.

A pesquisa também evidencia que, no contexto das comunidades quilombolas, a eficiência produtiva deve ser compreendida de forma integrada à dimensão sociocultural. A produção de café, nesses territórios, constitui não apenas uma atividade econômica, mas também uma expressão de identidade, tradição e resistência. Nesse sentido, o *framework* proposto articula inovação organizacional e valorização cultural, contribuindo para o fortalecimento da autonomia local e para a preservação dos saberes tradicionais.

A validação do artefato por meio de simulação computacional demonstrou sua aplicabilidade e consistência, permitindo analisar o comportamento do sistema produtivo e avaliar cenários alternativos sem intervenções diretas no ambiente real. Os resultados indicaram a existência de gargalos na etapa de torrefação e evidenciaram que a reconfiguração do sistema, com a introdução de um segundo recurso produtivo, contribui para o balanceamento das operações e para o atendimento da demanda.

A aplicação do *framework* possibilitou identificar desperdícios, falhas de padronização, perdas operacionais e limitações no uso de tecnologias, além de evidenciar a ausência de indicadores de desempenho e a necessidade de maior organização do fluxo produtivo. Ao

estruturar o processo de forma integrada, o modelo contribui para a tomada de decisão e para a melhoria da eficiência operacional e da qualidade do produto.

A integração entre diagnóstico, simulação e proposição de melhorias reforça o caráter iterativo do *framework*, em consonância com os princípios da *Design Science Research*, permitindo sua adaptação contínua às condições reais de aplicação. Ainda que os resultados indiquem avanços significativos, a persistência de restrições em etapas específicas evidencia a necessidade de aperfeiçoamentos contínuos, sobretudo no que se refere ao sincronismo do fluxo produtivo, aspecto inerente à filosofia do *Lean Manufacturing*.

Adicionalmente, a produção de cafés especiais em microlotes, associada à adoção de práticas de gestão mais estruturadas, apresenta-se como uma alternativa concreta para a geração de renda e para a inserção diferenciada dessas comunidades no mercado, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados ao trabalho decente, à redução das desigualdades e à produção e ao consumo responsáveis. Nesse sentido, apresenta-se, no Apêndice A, um modelo de embalagem utilizado comercialmente na venda de cafés especiais, com caráter orientativo, visando apoiar a agregação de valor ao produto e sua inserção em mercados mais exigentes.

Como limitações do estudo, destacam-se o período restrito de acompanhamento, a abrangência limitada das unidades analisadas e fatores relacionados ao distanciamento geográfico e ao nível ainda incipiente de organização produtiva e de gestão dos atores envolvidos. Recomenda-se, portanto, que pesquisas futuras ampliem a aplicação do modelo em diferentes contextos e realizem avaliações de longo prazo, a fim de aprofundar a compreensão de seus impactos produtivos, econômicos e sociais. Considerando que o *Lean Manufacturing* se fundamenta na melhoria contínua, entende-se que o *framework* desenvolvido também deve ser continuamente aperfeiçoado e adaptado às diferentes realidades de aplicação.

Conclui-se que o *framework* proposto responde à questão de pesquisa ao demonstrar que é possível integrar eficiência produtiva e valorização cultural, oferecendo um modelo acessível, replicável e sensível às especificidades locais. Assim, esta pesquisa contribui tanto para o avanço do conhecimento acadêmico quanto para a prática, ao propor uma abordagem capaz de fortalecer sistemas produtivos mais eficientes, sustentáveis e socialmente contextualizados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Márcia Regina Galvão de; NASCIMENTO, Elaine Ferreira do. **Ocupação, produção e resistência: terras quilombolas e o lento caminho das titulações.** Interações, Campo Grande, MS, v. 23, n. 4, p. 945-958, out./dez. 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.20435/inter.v23i3.3520.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ (ABIC). **Certificações**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.abic.com.br/certificacoes/. Acesso em: 2 abr. 2026.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Artigo 68 – Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **Brasil sai do Mapa da Fome da ONU: conquista histórica reflete políticas públicas eficazes**. Brasília, DF, 28 jul. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mds/pt-br/noticias-e-conteudos/desenvolvimento-social/noticias-desenvolvimento-social/brasil-sai-do-mapa-da-fome-da-onu-conquista-historica-reflete-politicas-publicas-eficazes. Acesso em: 2 abr. 2026.

BRASIL. **Manual do Consultor: Novo Programa Brasil Mais Produtivo**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI),

CAMARGO, Isadora - Globo Rural. **Café vira fonte de renda extra para pequenos produtores paulistas**. 2024. Disponível em: https://globorural.globo.com/agricultura/cafe/noticia/2024/06/cafe-vira-fonte-de-renda-extra-para-pequenos-produtores-paulistas.ghtml. Acesso em: 2 abr. 2026.

CARVALHO, Carlos Henrique Siqueira de (ed**.). Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Café), 2007. 247 p.: il.

CARVALHO, Carlos Henrique Siqueira de; BARTELEGA, Lucas; SERA, Gustavo Hiroshi; MATIELLO, José Braz; ALMEIDA, Saulo Roque de; SANTINATO, Felipe; HOTZ, Aline Lenzi. **Catálogo de cultivares de café arábica.** Brasília, DF: Embrapa Café, 2022. 115 p. (Documentos / Embrapa Café, ISSN 1678-1694; 16).

CHERRAFI, Anass; GARZA-REYES, Jose Arturo; KUMAR, Vikas; MISHRA, Nishikant; GHOBADIAN, Abby; ELFEZAZI, Said. ***Lean, green practices and process innovation: a model for green supply chain performance***. *International Journal of Production Economics*, v. 206, p. 79–92, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.09.031.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. **Obatã Vermelho IAC 1669-20.** [S. l.], [s. d.]. Disponível em: http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/2016-05-27-17-05-35/522-obata-vermelho-iac-1669-20. Acesso em: 2 abr. 2026.

CROSSAN, Mary M.; LANE, Henry W.; WHITE, Roderick E. ***An organizational learning framework: from intuition to institution***. Academy of Management Review, v. 24, n. 3, p. 522–537, 1999.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES, J. A. V. ***Design Science Research*: Método de Pesquisa para o Avanço da Ciência e Tecnologia.** - Porto Alegre : Bookman, 2015.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio Valle. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DORNELAS, Myriam Angélica. **Processo produtivo do café: o caso de uma fazenda que verticaliza a produção**. Revista Foco, v. 15, n. 5, 07 dez. 2022.

ECHEVESTE, Marcia Elisa; LERMEN, Fernando Henrique; PERALTA, Carla Beatriz; SONEGO, Monique; MARCON, Arthur**. *A framework for selecting lean practices in sustainable product development: The case study of a Brazilian agroindustry. Journal of Cleaner Production,*** v. 198, p. 406-417, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.185

EMBRAPA. **Manual de segurança e qualidade para a cultura do café**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 83 p. (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos).

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS (EMATER-MG). **Almanaque do cafeicultor: guia de boas práticas agrícolas**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2018. Disponível em: EMATER-MG – Almanaque do cafeicultor

FERNANDES, Gerusa Fidelis. **Políticas públicas para comunidades quilombolas: a efetivação das políticas públicas de reconhecimento das comunidades quilombolas**. In: *Open Science Research IX*. Rio Grande do Norte: Científica Digital, 2022. p. 927–942. DOI: https://doi.org/10.37885/221211235

FERREIRA; Adilson Mazeu, **O povo aqui sempre teve ligação com o sagrado:** A religião nas narrativas da comunidade quilombola Ribeirão Grande e Terra Seca. 162p. Mestrado em Ciências da Religião, Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo-SP, 2020.

FLEXSIM SOFTWARE PRODUCTS INC.. FlexSim User Manual. Orem, UT, 2026. Disponível em: https://docs.flexsim.com. Acesso em: 9 abr. 2026.

FERREIRA; Williams Pinto Marques, editor técnico **Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais** . – Brasília, DF : Embrapa Café, 2022

FREYRE, Gilberto. **Casa-Grande & Senzala**: formação da família brasileira sob o regime da economia patriarcal. 53. ed. rev. São Paulo: Global, 2023

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). ***Hunger map. Rome,*** [s. d.]. Disponível em: https://www.fao.org/interactive/hunger-map/en/. Acesso em: 2 abr. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). ***The state of food security and nutrition in the world 2025***. Rome: FAO, 2025. Disponível em: https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/2025/. Acesso em: 2 abr.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (ITESP). **Comunidades remanescentes de quilombos**. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.itesp.sp.gov.br/?p=25736. Acesso em: 2 abr. 2026

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil.** 27. ed. São Paulo, Companhia Editora Nacional; Publifolha, 2000.

GAARDER, Jostein; HELLERN, Victor; NOTAKER, Henry. **O Livro das Religiões**. Tradução de Isa Mara Lando; revisão técnica e apêndice de Antônio Flávio Pierucci. São Paulo: Companhia das Letras, 2000

GOMES, Flávio dos Santos. **Mocambos e Quilombos:** uma história do campesinato negro no Brasil. São Paulo: Ed. Claro Enigma, 2015

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conheça a história do casal de produtores de Barra do Turvo que produz o melhor café do estado de SP**. Agência SP, São Paulo, 5 fev. 2026. Disponível em: https://www.agenciasp.sp.gov.br/conheca-a-historia-do-casal-de-produtores-de-barra-do-turvo-que-produz-o-melhor-cafe-do-estado/ Acesso em: 31 mar. 2026

HEVNER, Alan R.; MARCH, Salvatore T.; PARK, Jinsoo; RAM, Sudha. **Design science in information systems research**. *MIS Quarterly*, Minneapolis, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

HUALPA-ZÚÑIGA, A.; RANGEL-DÍAZ, J.; FELIZZOLA-JIMÉNEZ, H.; ARANGO-LONDOÑO, C. **Enfoque metodológico para el aprovechamiento de mermas de transformación agrícola basado en manufactura esbelta: Caso de estudio en una finca cafetera en Colombia. Scientia Agropecuaria,** v. 15, n. 3, p. 371-384, 2024. DOI: https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2024.028

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Barra do Turvo. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/barra-do-turvo/ (acesso em 14 out 2024)

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022:** Quilombolas: alfabetização e características dos domicílios, segundo recortes territoriais específicos: resultados do universo. Rio de Janeiro, IBGE, 2024. 452pp.

IBGE. **O Brasil quilombola**. 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/brasil-quilombola/. Acesso em: 2 abr. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Quilombolas.** Brasília, DF, 2020. Atualizado em: 10 jun. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/quilombolas. Acesso em: 2 abr. 2026.

KNECHT, Theodoro. **Ouro no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Geográfico e Geológico, 1939. (Boletim IGG, n. 26). Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/233/2017/09/Boletim_IGG_26_Ouro_no_Estado_de_Sao_Paulo-1939.pdf Acesso em: 1 maio 2026.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção.** Gest. Prod., v. 20,n. 4, p. 741-761, São Carlos, 2013

LEITE, Ilka Boaventura. **Os quilombos no Brasil: questões conceituais e normativas**. Revista Etnográfica, Lisboa, v. 4, n. 2, p. 333–354, 2000.

LIKER, **Jeffrey K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2016.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. ***Design and natural science research on information technology*****.** *Decision Support Systems*, Amsterdam, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MATEUS, Fernando Oliveira. **Beneficiamento de Grãos de Café**: Uso produtivo e eficiente da energia elétrica. 1ª edição, Rio de Janeiro Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobras 2015

MELO, W. L. B. **A importância da informação sobre do grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida.** São Carlos: EMBRAPA, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 58).

MESQUITA, Carlos Magno, **Manual do café:** colheita e preparo (Coffea arábica L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016.

MUNDIM, Vinícius Apolinário; ANJOS, Mayara Abadia Delfino dos; AMORIM, Dênia Aparecida de; COSTA, Simone Teles da Silva. **Certificação do café: contribuições ao produtor, consumidor e desenvolvimento sustentável**. Revista GeTeC (Gestão, Tecnologia e Ciências), v. 20, 2024. Disponível em: https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/3544. Acesso em: 31 mar. 2026.

NEOENERGIA. **Cartilha digital: ligação nova**. [s.d.]. Disponível em: https://www.neoenergia.com/documents/d/sp/cta-cartilha-digital-ligacao-nova-elektro. Acesso em: 2 abr. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Brasil sai do Mapa da Fome após avanços contra a insegurança alimentar**. ONU News, 2026. Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2026/03/1852716. Acesso em: 2 abr. 2026.

PALANGE, Atul; DHATRAK, Pankaj. **Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. Materials Today**: Proceedings, v. 46, p. 729–736, 2021.

PRADO JÚNIOR, C. **Formação do Brasil contemporâneo**: colônia. 23. ed. São Paulo: Brasiliense; Publifolha, 1998.

PRADO JÚNIOR, C. **História Econômica do Brasil**: 43. ed. São Paulo: Brasiliense; Publifolha, 2000.

QUILOMBOS DO RIBEIRA. **Vale do Ribeira.** [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://www.quilombosdoribeira.org.br/vale-do-ribeira. Acesso em: 2 abr. 2026.

REZENDE, João Eudes de. **Série tecnológica cafeicultura: preparo do café: via seca e via úmida**. Reduto: EMATER-MG, 2010.

ROMME, A. Georges L. Making a difference: organization as design**.** ***Organization Science***, v. 14, n. 5, p. 558–573, 2003.

SCHWARCZ, Lilia Moritz. **O espetáculo das raças:** cientistas, instituições e questão racial no Brasil (1870–1930). São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Café: colheita e pós-colheita**/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). — 1. ed. Brasília: SENAR, 2017.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Café: cafés especiais.** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Café: classificação e degustação**. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017

SILVA, Fernando Augusto Aparecido do Couto; SANTOS, Vanessa Cristyna dos; ROCHA, Daniel; MOURA, Fernanda Cristina Silva de; FERREIRA, Nayara Aparecida Gonçalves; DORNELAS, Myriam Angélica. **Processo produtivo do café: o caso de uma fazenda que verticaliza a produção**. *Revista Foco*, Curitiba, v. 15, n. 5, e555, p. 1–22, 2022. DOI: https://doi.org/10.54751/revistafoco.v15n5-027.

SILVA, Luís César; MORELI, Aldemar Polonini; MANCILLA, Tito Nahun; JOAQUIN, **Café: beneficiamento e industrialização**. In: CORRÊA, Paulo César; OLIVEIRA, Gabriel Henrique Horta de; BOTELHO, Fernando Mendes; TRETO, Pedro Casanova; ALVES, Enrique Anastácio (org.). Propriedades físicas e químicas interferentes na pós-colheita do café. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 17.

SUWASONO, Sony; HAPSARI, Shinta Syafrina Endah; SURYANINGRAT, Ida Bagus; SOEMARNO, Djoko. **Lean manufacturing implementation in Indonesian coffee processor**. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 230, 2019. DOI: https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012051.

WISSENBACH, Maria Cristina Cortez. **Da escravidão à liberdade: dimensões de uma privacidade possível.** In: SEVCENKO, Nicolau (org.). História da vida privada no Brasil: República: da Belle Époque à Era do Rádio. v.3. São Paulo: Companhia de Bolso, 2021. p. 37–101.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUCUNDUVA, Caio. **Fim da "nota única": novo protocolo muda forma como o mundo prova café**. *CNN Brasil – Viagem & Gastronomia*, 10 mar. 2026. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/viagemegastronomia/gastronomia/fim-da-nota-unica-novo-protocolo-muda-forma-como-o-mundo-prova-cafe/. Acesso em: 2 abr. 2026.

TRAUER, Eduardo **k-SCAS: Framework do Sistema de Agronegócios de Cafés Especiais Orientado ao Conhecimento** 304p. Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2021.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**: baseado no Massachusetts Institute of Technology – Tradução de Ivo Korytowski . Nova ed. rev. e atual – Rio de Janeiro: Elvesier, 2004 – 8ª Reimpressão

APÊNDICE A – PROPOSTA DE EMBALAGEM E ETIQUETA

A padronização da apresentação do café constitui uma etapa estratégica para ampliar o valor percebido do produto, sobretudo no segmento de cafés especiais produzidos por comunidades quilombolas. Embalagens adequadas, alinhadas às normas de comercialização da ABIC, asseguram ao consumidor informações essenciais, como origem, data de produção, tipo de torra e classificação (gourmet, superior ou outras categorias). Além de garantir conformidade com as normas aplicáveis, a embalagem atua como um importante instrumento de comunicação da qualidade e da confiabilidade do processo produtivo.

No caso do café produzido em Barra do Turvo, especialmente pelas famílias quilombolas, a embalagem desempenha um papel ainda mais relevante, ao expressar a identidade cultural, a história local e a singularidade do território onde o café é cultivado. Esses elementos constituem um diferencial competitivo cada vez mais valorizado pelo mercado, que reconhece atributos como autenticidade, rastreabilidade e práticas sustentáveis, especialmente quando associados à agricultura familiar, às cooperativas e às associações comunitárias.

Ao conferir identidade regional à apresentação do produto, cria-se o primeiro passo para o reconhecimento do *terroir*, conceito amplamente consolidado no setor vitivinícola e que vem ganhando espaço no mercado de cafés especiais. Essa caracterização territorial permite ao consumidor reconhecer atributos sensoriais e culturais singulares, ampliando o potencial de agregação de valor ao produto e fortalecendo a estratégia de replicabilidade do modelo de beneficiamento proposto para comunidades rurais.

Modelos de Estudo de Embalagem para o Café de Barra do Turvo



Embalagem Atual



Modelo de Embalagem desenvolvido com IA

Embalagem contra radiação

Etiqueta com as informações do

Logomarca indicando procedência

Informações do Lote

Fonte: Autor (2025)

ANEXO A – FICHA TÉCNICA CULTIVARE OBATÂ IAC 1669-20

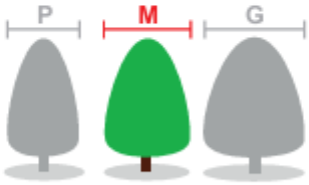


Foto: Acervo da Fundação Procafé.

'Obatã IAC 1669-20'

Origem: Hibridação entre 'Villa Sarchi' e o Híbrido de Timor CIFC 832/2, realizado pelo CIFC, em Oeiras, Portugal. A seguir, progênies deste cruzamento foram cruzadas com 'Catuaí Vermelho' pelo IAC, e então foi desenvolvida a cultivar 'Obatã IAC 1669-20'.

Mantenedor: IAC.

Porte  Baixo Alto	**Diâmetro da copa**  Pequeno Médio Grande	**Cor das folhas jovens (brotos)**  Verde
Cor do fruto maduro  Vermelha	**Tamanho do grão**  Peq. Médio Grande Muito grande	**Época de maturação** ( ) Precoce ( ) Entre precoce e média ( ) Média ( ) Entre média e tardia (X) Tardia
Resistência à ferrugem ( ) Suscetível ( ) Parcialmente resistente (X) Resistente	**Resistência a nematoide** Suscetível	**Resistência a outras doenças** Não há.
Vigor Vegetativo  Baixo Médio Alto	**Qualidade da bebida**  Regular Diferenciada	**Produtividade**  Baixa Média Alta Muito alta
Considerações e recomendações	Cultivar exigente em nutrição. Deve ser plantada em cultivos adensados e preferencialmente com irrigação para evitar seu depauperamento. Sensível à escaldadura.	
Ano de registro no Registro Nacional de Cultivares	1999	

ANEXO B – CERTIFICAÇÕES ABIC

