

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E
SOCIEDADE

Ana Paula Ribeiro Fortes Eloy

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: ECONOMIA CIRCULAR E
REUTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE EM PEQUENAS EMPRESAS

ITAJUBÁ

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E
SOCIEDADE

Ana Paula Ribeiro Fortes Eloy

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: ECONOMIA CIRCULAR E
REUTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE EM PEQUENAS EMPRESAS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade da Universidade Federal de Itajubá, como parte dos requisitos para obtenção do Título Mestre em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade.

Área de concentração: Desenvolvimento e Tecnologias

Orientador (a): Prof^a Dra Jeniffer de Nadae

Coorientador: Prof. Dr. Jesús Antonio García Sánchez

ITAJUBÁ

2025

Dedico este trabalho à minha família e ao meu filho, Luís Felipe!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por me conduzirem em cada etapa dessa dissertação.

Expresso minha gratidão a Prof^a Dra. Jeniffer de Nadae, orientadora desta pesquisa e ao Prof^o Dr. Jesús Antonio García Sánchez, coorientador, pela valiosa orientação, dedicação em ensinar e por estarem sempre à disposição para tudo que precisei.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade por dividirem, de forma rica, conhecimento e experiência durante as aulas.

Expresso minha gratidão aos colegas do DTECS e LOGTRANS pela amizade, que tornou a caminhada mais leve, compartilhando conhecimento e bons momentos diários.

Agradeço aos meus pais, Celso e Venina por me darem a base necessária para alcançar meus objetivos, fazendo dos estudos prioridade e centralidade de vida!

Expresso minha gratidão ao meu esposo Felipe, pelo companheirismo, paciência e amor durante essa etapa.

Por fim, gostaria de demonstrar meu profundo reconhecimento ao Luiz Roberto Fortes, Mayza Ferreira e a Heloísa Helena Lemes por toda ajuda, diálogo e amizade para o desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

Desde 2021, a produção leiteira tem enfrentado mudanças significativas, com aumento na produção de leite e em contrapartida, crescente número de produtores abandonando a atividade devido à profissionalização e modernização do setor. Um fator crítico na cadeia é o descarte incorreto do soro de leite, resultante da fabricação de queijos, que apesar do valor nutritivo, quando descartado incorretamente, torna-se nocivo para a natureza. Neste contexto, a Economia Circular (EC) surge como uma abordagem essencial, na qual os resíduos são considerados matérias-primas, agregando valor, criando mercados subsidiários e fonte de renda. Visto que, diferentemente da lógica linear de “extrair, fabricar, consumir e descartar”, os princípios da EC convergem uma visão sistêmica integrada e equilibrada dos sistemas econômico, ambiental e social, reduzindo a poluição ambiental, o desperdício no uso dos recursos, bem como a geração de empregos. Esta pesquisa possui caráter interdisciplinar, incorporando elementos da Medicina Veterinária, Engenharias e Ciências Sociais Aplicadas, com o objetivo de propor a implementação das práticas circulares para reutilização do soro de leite e avaliar as suas implicações para o desenvolvimento rural sustentável de pequenas empresas da microrregião de Itajubá, a partir inicialmente de uma revisão de literatura, utilizando a técnica da bibliometria e posteriormente metodologia do estudo de caso. Sendo identificado que, uma das dificuldades para a implementação da EC para reutilização do soro de leite relatada pelos entrevistados foi o investimento na compra de maquinários, devido às tecnologias para a reutilização e reciclagem do soro, não serem adaptadas a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico. Assim, através da análise das práticas circulares existentes na literatura, a que se adapta ao poder econômico dos pequenos produtores é a fabricação de manteiga, pois utiliza maquinário simples e comum nas instalações de laticínios, gera renda extra e empregos, além de evitar a poluição ambiental. Apesar do caráter regional, a presente dissertação contribuiu para a identificação das melhores práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas empresas, incorporando os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: Desenvolvimento rural; Reaproveitamento; Indústria láctea; Economia Circular.

ABSTRACT

Since 2021, the dairy industry has faced significant shifts, with an increase in milk production coupled with a growing number of producers abandoning the activity due to sector professionalization and modernization. A critical factor in the value chain is the improper disposal of whey, a byproduct of cheese manufacturing, which, despite its nutritional value, becomes harmful to the environment when improperly discarded. In this context, the Circular Economy (CE) emerges as an essential approach where waste is viewed as raw material, adding value, creating subsidiary markets, and generating income. Unlike the linear logic of "take, make, consume, and dispose," CE principles converge on an integrated and balanced systemic view of economic, environmental, and social systems, consequently reducing environmental pollution and resource waste, as well as creating jobs. This research is interdisciplinary in nature, incorporating elements from Veterinary Medicine, Engineering, and Applied Social Sciences, with the objective of proposing the implementation of circular practices for whey reuse and assessing their implications for the sustainable rural development of small enterprises in the Itajubá micro-region. The methodology employed begins with a literature review using the bibliometric technique, followed by a case study. It was identified that a key difficulty reported by the interviewees for implementing CE for whey reuse was the investment required for purchasing machinery, as existing reuse and recycling technologies for whey are often not adapted for small-scale producers and low-income consumers. Thus, through the analysis of existing circular practices in the literature, the one that best adapts to the economic capacity of small producers is butter manufacturing, as it utilizes simple machinery commonly found in dairy facilities, generates extra income and employment, in addition to preventing environmental pollution. Despite its regional scope, this dissertation contributes to identifying the best circular practices for whey reuse in small enterprises, incorporating the Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: Rural development; Reuse; Dairy industry; Circular Economy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas da Agenda 21 para o desenvolvimento rural e agrícola sustentável	24
Figura 2 - Diagrama da borboleta: Visualizando a economia circular	27
Figura 3 - Pilares do ciclo biológico.....	28
Figura 4 - Pilares do ciclo técnico	29
Figura 5 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)	29
Figura 6 - Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite	38
Figura 10 - Evolução anual das publicações	50
Figura 11 - Produção Científica dos Países	52
Figura 12 - Mapa temático de palavras-chave	53
Figura 13 - Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite	55
Figura 14 - Perfil dos entrevistados e motivação para abertura da agroindústria	56
Figura 15 - Perfil do Laticínio A.....	57
Figura 16 - Perfil do Laticínio B.....	57
Figura 17 - Faixas etárias dos funcionários dos laticínios A e B.....	58
Figura 18 - Funções dos funcionários do Laticínio A.....	58
Figura 19 - Funções dos funcionários do Laticínio B.....	59
Figura 20 - Perfil de produção de leite dos fornecedores do Laticínio A.....	60
Figura 21 - Perfil produção de leite dos fornecedores do Laticínio B.....	62
Figura 22 - Processo de produção de manteiga Laticínio A	69
Figura 23 - Processo de produção de manteiga Laticínio B	69

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Resumo dos cinco eixos da ENEC relacionados à produção de alimentos	31
Tabela 2 - Sugestões dos especialistas	45
Tabela 3 - Circularidade dos resíduos da cadeia do leite	53
Tabela 4 - Estratégias da ENEC como propostas para as dificuldades relatadas pelos entrevistados para a implementação das práticas circulares na reutilização do soro de leite	66
Tabela 5 - Alternativas para a reutilização do soro de leite em laticínios.....	68

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
CIMASP	Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Microrregião do Alto do Sapucaí
CNUMAD/ ECO-92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COVID-19	<i>Corona Virus Disease 2019</i>
CPL	Cadeia Produtiva do Leite
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EC	Economia Circular
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEC	Estratégia Nacional de Economia Circular
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
EPPs	Empresas de Pequeno Porte
FEPI	Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGF	Índice Global da Fome
Kg	Quilograma
L	Litros
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
MEs	Microempresas

MG	Minas Gerais
mg	Miligramas
MPes	Micro e Pequenas Empresas
MPMEs	Micro, Pequenas e Médias Empresas
O2	Oxigênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAC	Programa de Auto Controle
PHA	Polihidroxicarboxilatos
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SICRED	Sistema de Crédito Cooperativo
VA	Valor Agregado
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Desenvolvimento rural sustentável.....	15
2.2. Agroindústria rural e população rural.....	18
2.2.1. Desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil	20
2.2.2. Questão ambiental e tratamentos convencionais do resíduo soro de leite	22
2.3. Caminhos para uma cadeia produtiva do leite sustentável, circular e participativa.....	26
3. METODOLOGIA.....	39
3.1. Análise bibliométrica e revisão da literatura internacional.....	39
3.2. Estudo de caso	40
3.3. Etapas do processo de pesquisa	42
3.3.1. Definição da estrutura conceitual teórica	42
3.3.2. Abordagem do caso.....	42
3.3.3. Instrumento e métodos para coleta de dados	43
3.3.4. Análise dos dados	47
3.3.5. Geração do relatório de pesquisa	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1. Análise bibliométrica e revisão da literatura internacional	50
4.2. Relatório de pesquisa	54
4.3. Proposta para implementação da EC na reutilização do soro de leite	67
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A.....	85
APÊNDICE B.....	93
ANEXO A	96

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do leite é uma das principais atividades econômicas do Brasil, presente em 98% dos municípios brasileiros, envolvendo mais de um milhão de produtores no campo e gerando outros milhões de empregos nos demais segmentos da indústria (EMBRAPA, 2020; Ministério da Agricultura e Pecuária, 2025). Desde o ano de 2021, o cenário de produção rural tem passado por mudanças significativas, com muitos produtores abandonando a atividade. Inicialmente a Pandemia COVID-19 teve efeito positivo para o setor, com aumento de vendas, de produção e de rentabilidade, no entanto, a produção se tornou desafiadora no último semestre de 2021, devido à desaceleração do consumo de produtos lácteos, queda no preço do leite e derivados e aumento nos custos de produção, tanto da produção primária quanto do processamento (EMBRAPA, 2021). Em contrapartida, observou-se um aumento expressivo da produção de leite, resultado da profissionalização e modernização de toda a cadeia produtiva (EMBRAPA 2020; Silva, 2023).

Reforçando essa tendência de crescimento do setor, segundo Almeida *et al.*, (2023), estima-se que a produção de leite crescerá 1,6% ao ano e até 2029 aumente 14%, devido a melhorias dos sistemas de produção e criação de gado. Além de que, os produtos lácteos são uma fonte essencial de nutrientes nas dietas humanas (Stanchev *et al.*, 2020) crescendo em consonância com o aumento da população (Usmani *et al.*, 2022). No entanto, o crescimento da indústria láctea resulta na geração de resíduos em grandes quantidades, como o soro do leite, e que apesar do valor nutritivo pode causar impactos negativos em diferentes sistemas ecológicos (Martinez – Burgos *et al.*, 2021).

Mediante a essa problemática e a necessidade da mitigação de riscos, as empresas têm demonstrado interesse na adoção de práticas sustentáveis, para mitigar riscos e aumentar suas chances de sobrevivência, devido à preocupação com o desenvolvimento sustentável, determinada pela legislação, pressões de *stakeholders*, oportunidades econômicas e questões éticas (Morioka; Carvalho, 2017). Além de que, com a crescente preocupação sobre o consumo consciente dos recursos naturais surge o interesse por uma indústria láctea mais sustentável, que abrange os princípios da Economia Circular (EC).

De fato, a EC não é apenas uma necessidade ambiental, mas uma oportunidade econômica cujo principal objetivo é o aproveitamento máximo do

potencial de recursos utilizados em determinado processo produtivo, o que contribui para a redução da poluição, a necessidade de matéria-prima virgem, diminuição na geração de resíduos, criação de oportunidade de negócios e empreendedorismo, novos empregos e habilidades (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Brasil, 2025). Mediante a essa preocupação, em setembro de 2015 foi divulgada a agenda 2030, sendo estabelecido neste documento um compromisso com a saúde da humanidade, em aspectos sociais, ambientais e econômicos, a partir de 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Mendes *et al.*, 2020).

Dessa forma, com a crescente ênfase na sustentabilidade, pesquisadores e líderes da indústria reconhecem o potencial de desenvolver abordagens inovadoras para valorizar o soro de leite. O que envolve transformá-lo em produtos com valor agregado, ao mesmo tempo em que minimiza o impacto ambiental e o desperdício (Soumati *et al.*, 2023). As principais propostas de valorizar o soro do leite são: produção de biofertilizantes e energia (Cecconet *et al.*, 2018), produção de bioplástico (Reddy *et al.*, 2019), produção de ácido láctico (Costa *et al.*, 2020), produção de alimentos (Schoina *et al.*, 2019), alimentação animal (Schoina *et al.*, 2019) e corretivo de solo (Bondi *et al.*, 2021).

Apesar das diversas propostas para a valorização do soro de leite, ainda há potenciais lacunas em trabalhos que envolvam a produção de ingredientes alimentícios e farmacêuticos a partir do soro de leite (Martinez – Burgos *et al.*, 2021), adicionalmente os estudos comparativos para a avaliação da eficiência, a relação custo-efetividade, os impactos ambientais das diferentes técnicas e os estudos de casos práticos de economias circulares ainda são escassos (Soumati *et al.*, 2023; Herbstritt *et al.*, 2023).

Diante das lacunas de pesquisa e da necessidade de soluções sustentáveis na cadeia do leite, o presente trabalho propõe-se responder ao problema de pesquisa: Como implementar as práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas agroindústrias da microrregião de Itajubá? Dessa forma, o objetivo geral é propor a implementação das práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas empresas da Microrregião de Itajubá. Para alcançar o objetivo geral, foram definidos como objetivos específicos: (i) analisar as implicações das práticas de EC para o desenvolvimento rural sustentável, (ii) analisar a influência da indústria láctea rural nos aspectos econômicos, sociais e ambientais da microrregião, (iii) analisar as

práticas circulares existentes e iv) verificar as possibilidades e dificuldades para a implementação da EC na reutilização do soro de leite, a partir inicialmente de uma revisão de literatura, utilizando a técnica da bibliometria e posteriormente no estudo de caso.

Apesar do caráter local, o trabalho contribuiu para a identificação das melhores práticas, barreiras e oportunidades para a implementação da economia circular na cadeia produtiva do leite. Sendo a motivação para o tema, o número significativo de laticínios rurais na região com produção distinta de soro de leite, além de pequenos produtores que podem se beneficiar com o resíduo, uma alternativa para reduzir os impactos ambientais, bem como contribuir com o desenvolvimento e crescimento de empresas rurais de pequeno porte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Desenvolvimento rural sustentável

A partir do século XII as pessoas no ocidente deixam de ter a visão de mundo ligadas à sua existência na aldeia e passam à mentalidade burguesa, de controlar o meio ambiente e dominar o mundo. Assim, a burguesia foi capaz de suplantando a aristocracia, bem como dominar econômica, política, colonial e militarmente o planeta. É claro que tiveram diversas contribuições a partir da ciência e da tecnologia desenvolvidas pela burguesia, como o impedimento de que as pessoas ficassem dependentes da energia, dos aspectos aleatórios do clima e de uma fome ameaçadora, por exemplo. No entanto, com as evoluções da sociedade, os perigos da poluição, a corrida armamentista, entre outras problemáticas, levou a um número cada vez maior de pessoas a questionar a respeito dessa atitude de domínio. Quando os seres humanos se constituem como senhores solitários do mundo, em exploradores da natureza e muitas vezes como calculadores em relação à própria vida, é a longo termo possível ainda viver? (Fourez, 1995).

Após a Segunda Guerra Mundial, no início da Guerra Fria, em meio a ameaça do terror nuclear, o discurso sobre o “desenvolvimento” consolidou uma estrutura de dominação dicotômica: desenvolvido – subdesenvolvido, pobre – rico, avançado – atrasado, civilizado – selvagem, centro – periferia. Assim, o mundo se ordenou para alcançar o “desenvolvimento”, a partir de planos, programas, projetos, teorias, comunicação para o desenvolvimento, capacitação e formação e uma longa lista de etcéteras (Acosta, 2015). Além da perspectiva desenvolvimentista, que orientava para o crescimento econômico baseado no consumo abusivo dos recursos naturais não renováveis, como uma condição básica e indispensável para que as nações “subdesenvolvidas” superassem o “atraso” e alcançassem o “progresso” presente nas nações e sociedades consideradas “desenvolvidas” (Costabeber; Caporal, 2003).

À luz de Assis (2005), a partir do século XIX as regras ecológicas básicas da natureza passaram a ser vistas como desnecessárias às práticas agrícolas, por considerar que o caráter ambientalmente agressivo da então chamada “Agricultura moderna” era um mal necessário, que poderia ser moderado com algumas práticas conservacionistas. Com isso, as práticas agrícolas mudaram, massificando a utilização de fertilizantes sintéticos e técnicas de irrigação para aumentar o rendimento das safras, visto o aumento da população humana, que manteve o ritmo de

crescimento exponencial, com cada vez mais gente e mais consumo (Weetman, 2019).

A partir dos anos 70, a problemática ambiental obteve atenção, o que resultou em uma ampla reconceitualização do desenvolvimento, em termos de ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável. Sendo este, um duplo imperativo ético da solidariedade com as gerações presentes e futuras, que exige a explicitação de critérios de sustentabilidade social e ambiental, bem como a viabilidade econômica, a partir de soluções que considerem esses três elementos, ou seja, que promovam o crescimento econômico com impactos positivos em termos sociais e ambientais (Sachs, 2004).

Uma das mais difundidas definições de desenvolvimento sustentável é que os países devem ser capazes de atender às necessidades e aspirações do presente, sem comprometer a capacidade de atender àqueles do futuro (United Nations, 1987). Assim, nos últimos anos, as empresas têm mostrado interesse na adoção de práticas relacionadas à sustentabilidade para mitigar riscos e aumentar suas chances de sobrevivência, devido a diversos fatores que, motivam a preocupação com o desenvolvimento sustentável, como legislação, pressões de stakeholders, oportunidades econômicas e questões éticas (Morioka; Carvalho, 2017).

Segundo Sachs (2004), o conceito de desenvolvimento sustentável envolve problemáticas humanas acima das questões de lucro que o sistema capitalista emprega. O desenvolvimento sustentável seria a plena representação de todos os pilares, desenvolvimento político, no que diz respeito às ações políticas realizadas pelo bem comum, desenvolvimento social, implica na questão de que todas as pessoas vivam em sociedade de maneira digna, desenvolvimento ambiental, compreende na valorização do meio ambiente em que a sociedade se desenvolve, desenvolvimento cultural, valorização às atividades culturais de uma determinada sociedade, desenvolvimento territorial, sinaliza a importância do local, onde todas as ações sociais são realizadas, por fim o desenvolvimento econômico, não está fora do que Sachs prega, mas não é considerado o único com importância e a junção desses pilares forma o que o autor dita como desenvolvimento sustentável (Sachs, 2002).

No entanto, com o êxodo rural e a intensa urbanização, foi observado a dramática concentração de renda que acompanha este processo, formando minorias ricas e poderosas, generalizando a pobreza. Com isso, o êxodo rural explode nos

centros urbanos, principalmente nas periferias, que crescem em ritmo extremamente elevado sem auxílio das administrações locais para a garantia de saneamento, escolas e outras infraestruturas (Dowbor, 2016). Nesta dicotomia campo *versus* cidade, naturalmente o rural aparece como símbolo do atraso, já a cidade como o lugar moderno, o lugar para onde os jovens querem ir. No senso comum, têm-se a ideia de que permanecem no campo aqueles que não tiveram “oportunidade” de migrar ou aqueles “que não tem jeito para os estudos” ou ainda os “menos capacitados” a vida urbana. Assim o êxodo é banalizado e naturalizado, sendo a redução da população rural, vista como sinal de progresso (Silva; Botelho, 2016).

Ainda de acordo com Silva e Botelho (2016), ao longo dos anos 2000, houve um aumento da permanência no campo, o que coincidiu com importantes transformações econômicas e sociais nas áreas rurais. Como a melhoria nas condições de infraestrutura, ampliação do acesso à energia, água, telefonia e internet, bem como a ampliação do acesso e da importância às políticas sociais, tais como, assistência técnica, linhas de crédito, Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), entre outras. Com isso, Silva e Botelho (2016) sinalizam que para permanecerem no campo, os jovens precisam lutar por condições objetivas que garantam sua permanência no campo e pelo acesso a direitos básicos de cidadãos. E quando não saem vitoriosos desta luta, não lhes restam alternativas, senão migrar para as cidades (Silva; Botelho, 2016).

Assim, surge o conceito de Desenvolvimento Rural, este que não deve ser entendido como modernização agrícola, nem como industrialização ou urbanização do campo. O desenvolvimento rural é associado à criação de capacidades, sejam elas, humanas, políticas, culturais, técnicas, que permitam às populações rurais, agir para transformar e melhorar suas condições de vida, a partir de mudanças em suas relações com as esferas do Estado, Mercado e Sociedade Civil (Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2013).

Para isso é necessário que as populações rurais tenham acesso a recursos materiais e simbólicos, como terra, crédito, conhecimento e informações, bem como oportunidades de emprego, geração de renda, saúde, educação, originadas principalmente de Políticas Públicas. Além da criação de condições para que as populações rurais possam precaver-se contra o aumento dos riscos, sejam eles, sociais, ambientais, econômicos, entre outros (Ministério do Desenvolvimento Agrário,

2013). Somado a isso, deve levar em conta que o meio ambiente, no seu sentido amplo de recursos naturais, deve ser explorado com racionalidade tecnológica, ou seja, produzir sem degradar o meio natural e deixar para as gerações futuras, ao seu pleno desfrute (Carvalho; Castro; Mendonça, 2021).

Ademais, nos espaços rurais as relações cotidianas são construídas a partir de uma intensa relação com a terra. Visto que, o sustento da família é assegurado pelo trabalho sobre ela produzido, seja por intermédio dos produtos cultivados para a venda ou consumo, ou pela criação de animais, que por sua vez dará origem a outras fontes de alimento, como por exemplo ao leite. Assim, a terra não é mero chão, mas garantia de sobrevivência (Bagli, 2006). Desse modo, a implantação de indústrias rurais é umas das alternativas econômicas para a permanência dos agricultores no meio rural e para a construção do novo modelo de desenvolvimento sustentável, que pensa o rural como um todo e não mero espaço ligado à produção agrícola (Damke *et al.*, 2021).

2.2. Agroindústria rural e população rural

A indústria rural é denominada como as atividades de transformação e beneficiamento de produtos agropecuários (animais ou vegetais), realizados em instalações existentes nos estabelecimentos ou instalações de terceiros (IBGE, 1995). Segundo Vieira (1998), essas atividades são desenvolvidas a partir de duas principais motivações, o aproveitamento de excedentes que o produtor não consegue colocar no mercado e a adição de valor à sua produção, como a forma de enfrentar conjunturas desfavoráveis de preço para sua produção agrícola.

No Brasil, quanto a classificação em micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) existem diversos critérios adotados por diferentes órgãos, neste trabalho utilizaremos o conceito do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). De acordo com o SEBRAE são consideradas microempresas (MEs) aquelas que auferiram receita bruta inferior ou igual a R\$360 mil e são consideradas empresas de pequeno porte (EPPs) aquelas que obtiveram receita de venda no mercado interno superior a R\$360 mil e inferior ou igual a R\$4,8 milhões (Guimarães *et al.*, 2018).

A indústria láctea é uma importante atividade rural brasileira, visto que emprega um milhão de produtores no campo e outros milhões de empregos em todos os segmentos da cadeia (EMBRAPA, 2020). No entanto, segundo dados do IBGE

(2022), a população rural pela primeira vez apresentou decréscimo em todas as regiões brasileiras, do total de 203, 1 milhões de pessoas brasileiras no ano de 2022, 87,4% residiam em áreas urbanas, ao passo que 25,6 milhões viviam em áreas rurais. Com relação ao censo de 2010, houve aumento de 16,6 milhões de pessoas residindo nas cidades e queda de 4,3 milhões vivendo em áreas rurais. Entre 2010 e 2022, a população urbana cresceu 0,82% ao ano, enquanto nas áreas rurais obteve-se ritmo de aceleração de perda de -1,27%. Sendo que, os maiores percentuais de população urbana foram observados na região sudeste, cerca de 94,44%.

Dados do Censo Agropecuário de 2017 sinalizam que 85% do Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária são gerados em apenas 9% dos estabelecimentos e mesmo na categoria familiar, a concentração é relativamente elevada: 86% do VBP provêm de 29% dos estabelecimentos. E como consequência desse desequilíbrio, estima-se que a pobreza no meio rural brasileiro é o dobro daquela observada no país (Barros, 2022). Sendo, a migração da cidade para o campo associada às assimetrias estruturais entre a qualidade de vida da cidade e do campo. Logo, os jovens são os mais propensos a deixar o campo, em busca de melhores oportunidades de emprego e renda. Já as pessoas entre 40 e 50 anos, tendem a continuar na zona rural, provavelmente devido à estabilização em sua atividade agrícola, perdendo estímulos para migrar às áreas urbanas (Krüger *et al.*, 2022). Sendo uma consequência direta do então chamado “êxodo seletivo de jovens” o envelhecimento da população rural (Maia; Buianain, 2015).

Estudos recentes, demonstram que o esvaziamento do meio rural tem sido gerado por maiores possibilidades de escolarização, maior integração cidade-campo, insatisfação com o ganho obtido na agricultura, penosidade e imagem negativa do trabalho rural. E como resultado do êxodo rural temos a migração de jovens agricultores, o que coloca em risco o processo de sucessão e de posterior encerramento das atividades (Prochnow *et al.*, 2022).

A produção de queijos e derivados é uma atividade que necessita do envolvimento humano, devido a questão da qualidade e segurança do alimento produzido (Kondala *et al.*, 2023). Logo, é no fazer aprender que as gerações futuras se qualificam para exercer as atividades relacionadas ao campo, visto que, o saber é passado de geração para geração, sendo renovado e atualizado. São saberes com um viés baseado nas soluções de problemas ambientais, adaptados ao território e

muito pouco replicáveis. Assim, se os jovens deixam o campo, toda cultura fundamental e adquirida no campo poderá desaparecer, limitando conseqüentemente, as possibilidades da produção (Prochnow *et al.*, 2022).

Dessa forma, o grande desafio é promover a inclusão produtiva dos trabalhadores em 90% dos mais de 5 milhões de estabelecimentos. Para isso é necessário a redução da lacuna tecnológica que separa, de um lado, uma minoria numérica de produtores que atuam junto à fronteira tecnológica, e de outro, a imensa maioria de produtores distantes dessa fronteira. Esses últimos produtores que vivem sob condições socioeconômicas muito aquém do desejado e do possível para um país de classe média emergente como o Brasil (Barros, 2022).

2.2.1. Desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil

A produção de leite é uma das principais atividades econômicas brasileiras, presente em 98% dos municípios. Sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial de leite com produção média de 34 bilhões de litros por ano (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2025). A cadeia produtiva de leite no Brasil teve início com a crise de 1929, devido a substituição das importações e expansão do mercado consumidor. Nas décadas de 50 e 60 começaram o processo de transformação da cadeia com a implementação de estradas, instalação da indústria de equipamentos, surgimento do leite tipo B, inovações nas embalagens e a vinda de multinacionais para o setor industrial (Viana; Ferras, 2007).

Já nas décadas de 70 e 90 em decorrência da abertura de mercados internacionais, a criação do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), o fim da intervenção governamental no preço do leite, bem como a estabilização da economia mundial com o fim da Guerra Fria, houve uma enorme expansão da cadeia o que contribuiu para que em 2001 o Brasil já estivesse entre os maiores produtores mundiais de leite (Henares, 2015).

Ao longo das quatro últimas décadas, o Brasil passou de importador de alimentos para um dos maiores exportadores de alimentos do mundo. Assim, a economia brasileira depende fortemente de dois importantes recursos renováveis, a terra agriculturável e a biodiversidade (Ellen MacArthur Foundation, 2017). De acordo com o relatório da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2023) o setor agropecuário tem grande representatividade no PIB do país, cerca de 24,8 %.

Segundo a Embrapa (2020), o Brasil em 2018 atingiu a marca de 24,5 bilhões de leite adquiridos por laticínios e está na terceira posição de maior produtor mundial de leite, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia, sendo a cadeia produtiva do leite uma das principais atividades econômicas brasileiras, em 2019, o valor bruto da produção primária de leite atingiu a marca de 35 bilhões, a 7ª posição dentre os produtos agropecuários nacionais. Já a indústria de alimentos teve o faturamento líquido de 70,9 bilhões, atrás apenas dos setores de derivados de carne e beneficiadores de café, chá e cereais (Embrapa, 2020).

Ainda de acordo com a Embrapa (2020) o número de estabelecimentos que efetivamente venderam ou beneficiaram leite em 2006, dos 1,350 milhão de produtores, 931 mil venderam leite, correspondendo a 68,9% do total. Já no ano de 2017, a proporção foi ainda menor, 62%, o que corresponde a 727 mil produtores dos 1,176 milhão identificados no censo. Sinalizando que apesar da diminuição do número de produtores, houve aumento expressivo da produção de leite, devido a profissionalização e modernização de toda cadeia produtiva (Embrapa, 2020).

A produção de leite no Brasil é associada a dois setores, produtores altamente tecnológicos com rebanhos leiteiros e equipamentos especializados para a produção e do outro lado, produtores não especializados, que em alguns casos utilizam rebanho de corte ou com dupla aptidão para a produção de leite. O que contribui para a competitividade entre os dois setores, além da melhoria na alimentação e genética dos animais e equipamentos específicos para a refrigeração do leite, ordenha, entre outros (Viana; Ferras, 2007).

A cadeia produtiva do leite é uma das indústrias que mais passam por adaptações de mercado para sobreviver, já que os produtos lácteos são altamente perecíveis e dependentes de uma logística de distribuição complexa, que exige tempo crítico. Um exemplo foi a pandemia COVID-19, em muitos locais, o leite teve que ser descartado, ocasionando contaminação de solo e corpos d'água, falências de agricultores e perdas de empregos (Almeida *et al.*, 2023). E apesar de que, no início da pandemia, o leite produzido no país cresceu 2,1% em relação a 2019, o consumo recuou. Em função das medidas restritivas, como o fechamento de restaurantes e redes de *food services* e queda no poder aquisitivo da população. Além de que, o custo de produção cresceu no período, devido ao atraso de plantio de safras em

decorrência de condições climáticas desfavoráveis e aumento no preço de combustíveis, fertilizantes e defensivos (Embrapa, 2021).

Outra barreira é a grande competitividade do setor, devido a modernização e profissionalização da cadeia, que deixam as margens do mercado os médios e pequenos produtores (Embrapa, 2020; Silva, 2023). Visto que, os micros, pequenos e médios produtores, têm limitações devido à falta de infraestrutura que os conecte a grandes mercados, incluindo investimentos mínimos em pesquisa e desenvolvimento do setor (Almeida *et al.*, 2023).

Somado a essas barreiras, o soro de leite resultante do processo de fabricação de queijos continua a ser um dos maiores resíduos industriais em todo o mundo, com elevadas cargas orgânicas e de nutrientes (Peydayesh *et al.*, 2021). A cada um litro de leite processado gera em média 2,5 L de águas residuais e em torno de 9 a 10 L de soro de leite por Kg de queijo produzido, o que resulta em 400 bilhões de L de águas residuais por ano (Asunis *et al.*, 2020). Visto que, apenas 42% do volume produzido de soro de leite são utilizados, no entanto, em produtos de baixo valor, como alimentos para animais e fertilizantes, ou ainda, descarregadas diretamente em corpos d'água, provocando danos nos ecossistemas, devido a demanda bioquímica de oxigênio de 30000 a 60000 mg/L de O₂ do coproduto. (Lencastre, 2012; Peydayesh *et al.*, 2021). Apesar de seu alto valor nutritivo para inclusão na dieta humana, visto que, retêm de 50 a 55% dos nutrientes do leite, sendo fonte de proteínas, vitaminas, minerais e lactose de alta qualidade (Lencastre, 2012).

Assim, para a progressiva expansão da cadeia do leite é necessária uma nova filosofia de gestão, a economia circular, que converge desenvolvimento econômico e desenvolvimento sustentável, buscando o fim da pobreza, redução da poluição ambiental e redução dos desperdícios no uso de recursos. Implicando em uma visão sistêmica equilibrada e integrada dos sistemas econômico, social e ambiental (Leitão, 2015).

2.2.2. Questão ambiental e tratamentos convencionais do resíduo soro de leite

De acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (2000) a sustentabilidade vem se firmando como o novo paradigma do desenvolvimento humano, devido às disparidades existentes entre as nações e no interior delas, como, o agravamento da

pobreza, da fome, das doenças e do analfabetismo e com a deterioração contínua dos ecossistemas (Organização das Nações Unidas, 1995). Sendo o marco mais importante e promissor encontro planetário do século XX a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, CNUMAD ou conhecida popularmente como Eco-92.

A Eco-92 teve o intuito de chamar a atenção do mundo para a dimensão global dos perigos que já ameaçavam a vida no planeta, bem como a necessidade de uma aliança entre todos os povos do mundo, em prol de uma sociedade mais sustentável. Assim, para assegurar a realização dos compromissos assumidos durante a Eco-92 foi criada uma agenda de trabalho para o próximo século: a Agenda 21. A agenda 21 foi assinada por 179 países participantes da Eco-92, sendo um programa de ação baseado em 40 capítulos que constitui a mais abrangente tentativa de promover em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, intitulado como desenvolvimento sustentável (Ministério do Meio Ambiente, 2024).

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. E o êxito para sua execução é responsabilidade dos governos, a partir de estratégias, planos, políticas e processos nacionais, mas também, do auxílio de organizações internacionais, regionais e sub-regionais, que são convidadas a contribuir com tal esforço (Organização das Nações Unidas, 1995). Sendo um capítulo da Agenda 21, a promoção do desenvolvimento rural e agrícola sustentável, a partir das áreas exemplificadas na Figura 1.

Figura 1 - Áreas da Agenda 21 para o desenvolvimento rural e agrícola sustentável



Fonte: Adaptado da Organização das Nações Unidas (1995).

De acordo com a Instrução Normativa nº 53 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de 25 de agosto de 2013, o soro de leite é um coproduto lácteo das indústrias de laticínios, extraído a partir da coagulação do leite no processo de fabricação de queijos e retêm cerca de 50 a 55% dos nutrientes do leite, sendo fonte de proteínas, vitaminas, minerais e lactose de alta qualidade (Lencastre, 2012). No entanto, apesar do valor nutritivo, o soro de leite pode causar impactos negativos em diferentes sistemas ecológicos. Visto que, possui demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 30.000 a 60.000 mg.L⁻¹, mais de dez vezes superior ao esgoto doméstico bruto, o qual possui DBO de 250 a 350 mg. L⁻¹ (De Paula, 2011). Sendo que, a cada ano são produzidas aproximadamente 120 milhões de toneladas de soro de leite e apenas metade é transformada em produtos valiosos (Peydayesh *et al.*, 2021).

Dessa forma, frente às questões ambientais é necessário o investimento em alternativas de tratamento de soro de leite. Sendo no Brasil regulamentado pela lei número 12305/ 10 e resolução 430 de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em que as águas residuais do processo de fabricação dos produtos, da lavagem de equipamentos, não podem ser descartadas em esgoto comum, sem o devido tratamento (Brasil, 2011).

O aproveitamento do soro de leite é associado à alimentação humana e animal, geração de energia e reuso na agricultura. Na alimentação o soro pode ser utilizado

para a produção de queijos frescos como a ricota ou cottage, bem como na fabricação de bebidas lácteas e fornecimento direto para alimentação animal. Já na forma em pó do soro as aplicabilidades aumentam, podendo ser adicionado em diversos produtos alimentares como substituto parcial ou total do leite em pó. No entanto, apresenta como fator limitante os altos custos dos equipamentos para a transformação do soro líquido em pó (Nunes *et al.*, 2018).

Na utilização do soro de leite como aditivo na alimentação animal, quando doado por produtores de queijos ou laticínios colabora na diminuição dos custos e dependência de grãos na criação animal, porém a prática é uma opção válida quando bem administrada e ofertada na dose correta aos animais, (Nunes *et al.*, 2018). De acordo com Martins *et al.*, (2008 *apud* Nunes *et al.*, 2018), o soro de leite líquido pode ser utilizado como substituto de grãos em até 30% na alimentação de suínos em crescimento. Visto que, quando ofertado à vontade, são observados óbitos pelo aumento exacerbado de gases intestinais (Maderi, 2014 *apud* NUNES *et al.*, 2018).

Quanto à utilização do soro de leite na agricultura, estudos demonstram a possibilidade de aumento na produtividade de forrageiras. Segundo Gheri *et al.*, (2003 *apud* De Paula *et al.*, 2011) a utilização do soro no solo no cultivo de capim Tanzânia registrou-se aumento significativo no acúmulo de massa com ausência de impacto ambiental relacionado ao teor de nitrato do solo, além de aumento significativo na quantidade de nutrientes como fósforo, potássio e cálcio absorvidos (Barbosa; Silva; Costa, 2015).

Já os tratamentos biológicos são responsáveis por minimizar o desperdício e reter valor de materiais e energia dentro dos ciclos biológicos. No entanto, um fator limitante da técnica é que os tratamentos biológicos são dependentes do tipo de substrato, bem como dos microrganismos (Stanchev *et al.*, 2020). Segundo Usmani *et al* (2022) e Stanchev *et al* (2020), a aplicação individual dos tratamentos biológicos não degradam completamente a fração orgânica. Assim, deve-se associar outro tipo de tratamento, o que eleva ainda mais o custo do tratamento.

Além de que, os tratamentos físico, químico ou biológico para o soro de leite não são a solução ideal. Visto o potencial de utilização dos efluentes como matéria prima, a partir do processamento para gerar bioenergia e outros bioprodutos com significativo valor econômico (Martinez- Burgo *et al.*, 2021). Somado ao fato de que, a reciclagem e a reutilização do soro de leite, continuam a ser um desafio para locais

remotos e comunidades pobres com acesso limitado a tecnologias dispendiosas (Almeida *et al.*, 2023).

Assim, para favorecer o desenvolvimento da indústria láctea rural mais sustentável e ultrapassar o desafio de acesso limitado a tecnologias dispendiosas é necessário a implementação de programas de apoio econômico para que os pequenos produtores recolham, descartem, tratem e principalmente valorizem o soro de leite. Além de identificar nichos de mercado para os produtos recuperados ou ainda, diretamente reutilizados como recursos ou energia em instalações industriais, a partir da implementação de uma indústria láctea sustentável, circular e participativa, com o envolvimento de diferentes atores sociais em direção a um objetivo em comum, transformar subprodutos em novos produtos de valor agregado e avançar à produção zero de resíduos durante os processos (Almeida *et al.*, 2023).

2.3. Caminhos para uma cadeia produtiva do leite sustentável, circular e participativa

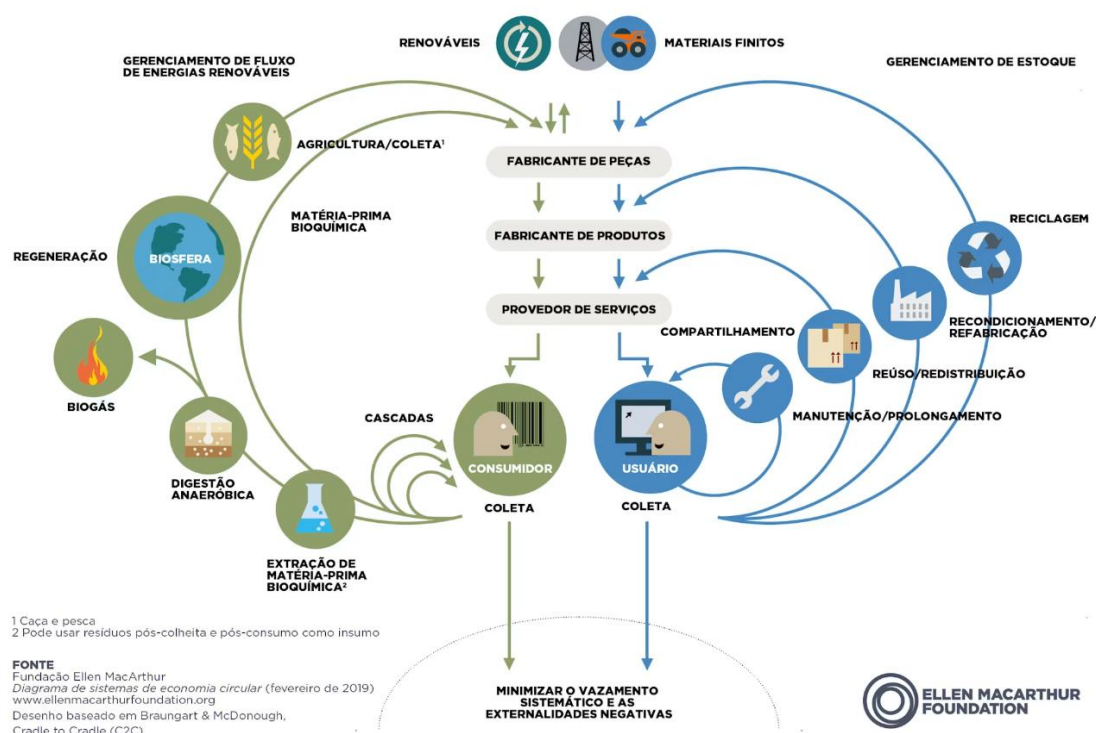
O modelo econômico linear com a lógica de “extrair, transformar e descartar”, dependente de grandes quantidades de energia e de materiais de baixo custo e fácil acesso foi importante para o desenvolvimento industrial, devido a geração de empregos e o crescimento regional. No entanto, trouxe ao meio ambiente diversos impactos e desequilíbrios, em decorrência da excessiva dependência de recursos naturais, elevados valores de emissões, além da grande produção de resíduos em seus processos (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Carvalho; Castro; Mendonça, 2021). Assim, frente às questões globais e os desafios que intensificam a urgência de se restringir o crescimento material a zero para permanecer dentro dos limites dos sistemas planetários de suporte à vida, a economia circular ganha atenção em vista do modelo linear, visto que seus princípios concentram-se na redução, reutilização e eficiência na utilização de recursos (Kilkis, Kilkis, 2017; Stanchev *et al.*, 2020).

A economia circular tem como propósito a regeneração e restauração da matéria, a partir da manutenção de produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. Além de ser concebida como um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo, que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produtividade de recursos, bem como a minimização de riscos sistêmicos pela gestão de estoques finitos e fluxos renováveis (Ellen MacArthur Foundation,

2015). Internacionalmente, o tema da Economia Circular têm sido objeto de discussões crescentes e tem permeado agendas relacionadas (Brasil, 2025).

A EC deseja a transição para energias e materiais renováveis, assim desconecta a atividade econômica do consumo de recursos finitos (Ellen MacArthur Foundation, 2025). A Fundação Ellen MacArthur desenvolveu o diagrama sistêmico da EC, denominado como “Diagrama da borboleta” em que é ilustrado o fluxo contínuo dos materiais na EC, a partir de dois fluxos principais, o técnico e o biológico, como demonstrado na Figura (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

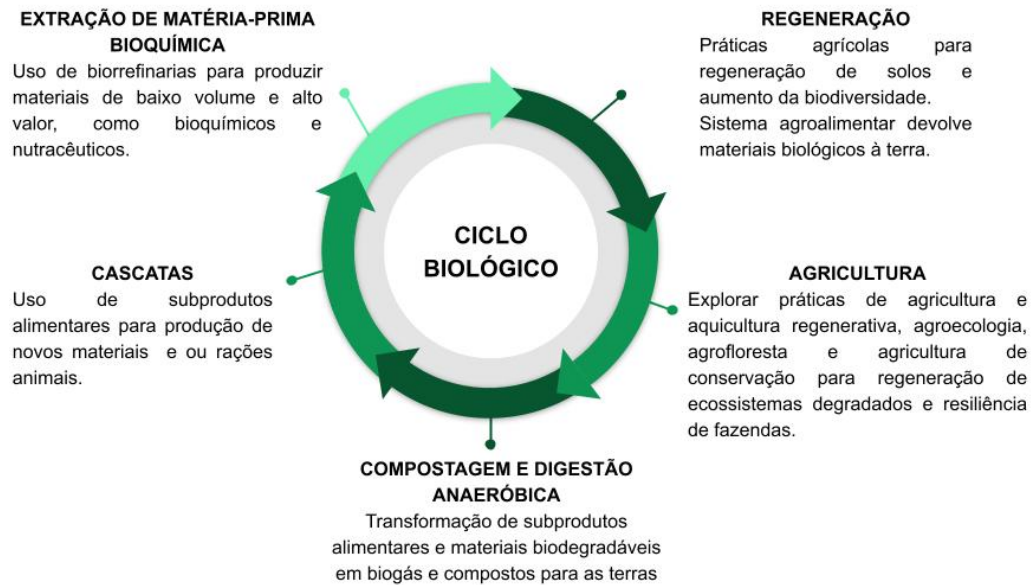
Figura 2 - Diagrama da borboleta: Visualizando a economia circular



Fonte: Ellen MacArthur Foundation (2021).

O lado esquerdo do diagrama representa o ciclo biológico, no qual os materiais que podem se biodegradar, ou seja, aqueles que devolvem nutrientes ao solo, ajudando na regeneração da natureza através de cinco pilares, ilustrados na Figura 3. Os nutrientes dos resíduos orgânicos podem retornar ao solo através de práticas como a compostagem e a digestão anaeróbica. Caso não sejam devolvidos à natureza, os agricultores permanecem dependentes de fertilizantes químicos para produzir (Ellen MacArthur Foundation, 2022a).

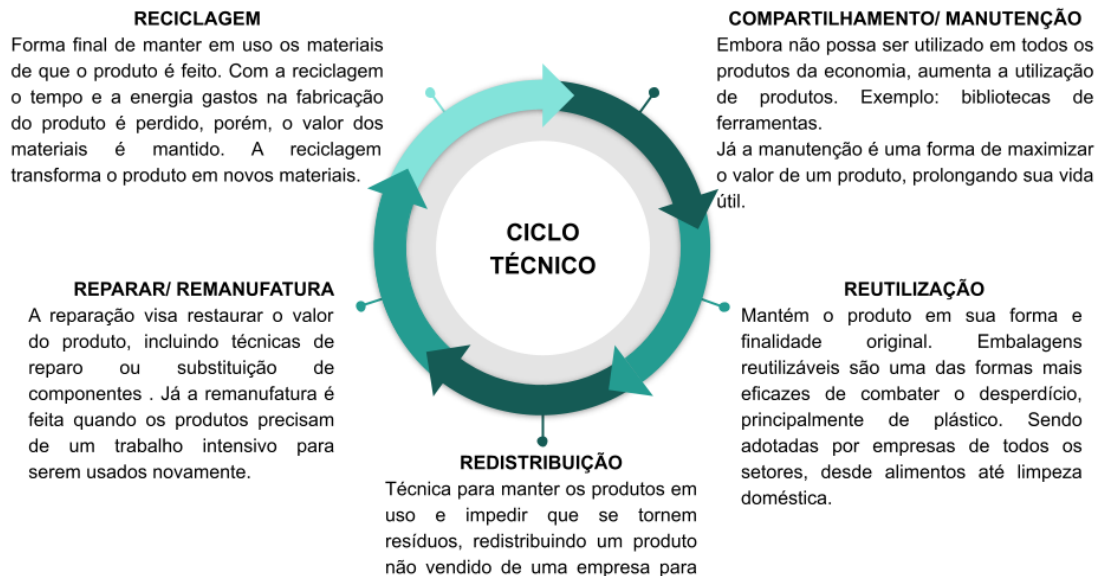
Figura 3 - Pilares do ciclo biológico



Fonte: Adaptado de Ellen MacArthur Foundation (2022a).

Já o lado direito do diagrama representa o ciclo técnico, no qual os materiais permanecem em uso ao invés de se tornarem resíduos, representando assim uma economia de custo, visto que, utilizam produtos e materiais que já estão em circulação. Através da projeção de produtos que possam ser facilmente reparados, utilização de componentes que possam ser substituídos, remanufaturados e facilmente reciclados. A projeção de produtos mais duráveis, como produtos que possam ser facilmente reparados, componentes que possam ser facilmente substituídos ou remanufaturados ou ainda facilmente separados para a reciclagem. O ciclo técnico consiste em sete princípios, ilustrados na Figura (Ellen MacArthur Foundation, 2022b). O ciclo técnico possui sete pilares, ilustrados na Figura 4.

Figura 4 - Pilares do ciclo técnico



Fonte: Adaptado de Ellen MacArthur Foundation (2022b).

De acordo com o Índice Global da Fome (IGF) de 2022, cerca de 828 milhões de pessoas estavam subalimentadas em 2021, embora a produção de alimentos seja suficiente para alimentar a população mundial. E sem uma mudança significativa, não se prevê que o mundo e o seu conjunto de 46 países possam atingir um nível baixo de fome até 2030 (Reguengo *et al.*, 2022). Além de que, até 2030 a população mundial deverá ter 1 bilhão de pessoas a mais e com esse rápido crescimento, surgem as dificuldades de encontrar matérias-primas eficazes e econômicas, que superem os desafios ambientais e principalmente, os desafios da pobreza e desigualdade (Embrapa, 2015). Sendo evidente que, o sistema alimentar não funciona para todos e certamente não funciona para o meio ambiente, visto que, o cultivo industrializado transformou a agricultura em uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa e poluição (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Diante da preocupação com os recursos finitos foi desenvolvida em setembro de 2015, a agenda 2030, sendo estabelecido neste documento um compromisso com a saúde da humanidade, em aspectos sociais, ambientais e econômicos, a partir de 17 ODS, representados na Figura 5.

Figura 5 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Nações Unidas (2024).

Face às crises ambientais atualmente enfrentadas, no dia 27 de junho de 2024 foi assinado um decreto para criação da primeira Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) do país. O plano esteve em consulta pública para participação da sociedade brasileira de 18 de fevereiro de 2025 a 19 de março de 2025, recebendo 1627 contribuições de multi-setores da sociedade, como, pessoas físicas, iniciativa privada, setor público e do terceiro setor. A iniciativa visa promover a transição econômica do atual modelo linear para a Economia Circular, a partir de uma perspectiva sistêmica, que aborda desde o desenho do produto, serviços e sistemas até as etapas e elos das redes de valor, a fim de incentivar o uso eficiente dos recursos naturais e de práticas sustentáveis ao longo de toda cadeia produtiva (Brasil, 2025).

A ENEC tem como objetivos, criar ambiente normativo e institucional favorável à economia circular, através do estabelecimento de indicadores quantificáveis para monitorar a circularidade, do desenvolvimento de mercados para produtos reutilizáveis e da articulação com outras políticas públicas e compromissos internacionais. Fomentar a inovação, cultura, educação e a geração de competências para reduzir, reutilizar e promover o redesenho circular da produção, a partir de programas de capacitação para empresas e trabalhadores, incentivo à pesquisa, promoção da cultura e da educação ambiental, bem como, o incentivo à reutilização e ao aumento da vida útil de produtos. Reduzir a utilização de recursos e a geração de resíduos, por meio de incentivos à instalação de recicladoras em todo o País, investimentos em infraestrutura e ao uso de tecnologias para o desenvolvimento da

economia circular e da articulação entre políticas de gestão de resíduos e economia circular (Brasil, 2025).

Ademais, propor instrumentos financeiros de auxílio à economia circular, por intermédio de financiamento, estímulo a compras públicas de bens e serviços circulares e de tratamento tributário adequado para reduzir a poluição e os resíduos. Por fim, promover a articulação interfederativa e o envolvimento de trabalhadores da economia circular, por intermédio da articulação de trabalhadores informais às cadeias de valor circulares, do fomento a políticas públicas de coleta e triagem e do desenvolvimento econômico regional, através de cadeias produtivas de reciclagem e negócios circulares (BRASIL, 2025). Na Tabela 1 é ilustrado um resumo dos eixos da ENEC relacionados à produção de alimentos, considerando também as dimensões econômicas, sociais e ambientais.

Tabela 1 - Resumo dos cinco eixos da ENEC relacionados à produção de alimentos

EIXO	MACRO-OBJETIVOS	AÇÕES
EIXO 1 <i>Criar ambiente normativo e institucional favorável à EC</i>	1.1. Estabelecer metas, padrões e indicadores quantificáveis para monitorar a circularidade.	1.1.1. Desenvolver um Diagnóstico Nacional Setorial, incluindo indicadores de acompanhamento, performance e de circularidade, de forma a mapear: b) modelos de negócios circulares existentes no Brasil e no mundo, identificando melhores práticas, metodologias, barreiras e oportunidades, considerando as especificidades do país.
	1.2. Desenvolver mercados para produtos reutilizáveis, recondicionados e reciclados.	1.2.1. Incentivar o uso de materiais secundários, subprodutos e coprodutos no processo produtivo industrial, por meio de: (a) estabelecimento de percentual gradual e progressivo de uso de materiais secundários, subprodutos e coprodutos, considerando sua viabilidade técnica e econômica; (c) incentivos econômicos e fiscais. 1.2.3. Incentivar junto a grandes varejistas, a adoção de estratégias de reposicionamento e valorização dos produtos e modelos de negócio circulares. 1.2.4. Promover campanhas de comunicação para o público em geral visando o desenvolvimento de mercados para produtos e modelos de negócio circulares.
	1.3. Promover a articulação com outras políticas públicas e compromissos internacionais.	1.3.5. Estabelecer critérios de desenho circular de produtos e insumos alimentícios para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

	2.1 Criar programas de capacitação para empresas adotarem práticas circulares de produção e incentivarem o treinamento e a atualização de competências dos trabalhadores.	2.1.1. Ampliar a formação de técnicos capacitados em EC utilizando plataformas online de Universidades, Institutos Federais de Educação, abrangendo práticas de economia circular no currículo do jovem aprendiz. 2.1.2. Desenvolver capacitações em EC para gestores e servidores públicos de todas as esferas. 2.1.3. Promover educação corporativa voltada a estratégias de EC, como modelos de negócios circulares, redes de valor circular, sistemas regenerativos e prolongamento da vida útil de produtos.
	2.2 Incentivar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação para a promoção da circularidade.	2.2.1. Lançar Chamadas Públicas para fomento a ICTs/empresas/associações/cooperativas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), relacionadas a diversas temáticas da EC. 2.2.2. Criar um programa nacional de simbiose industrial, regional ou urbana, facilitando a troca de recursos (coprodutos e subprodutos) entre empresas e setores, promovendo redes de circularidade e eficiência de recursos. 2.2.3. Fortalecer centros de Economia Circular com o objetivo de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais que facilitem o desenho circular. 2.2.4. Promover a pesquisa, o desenvolvimento, a inovação em novas tecnologias para a reciclagem de materiais complexos e o desenho de produtos voltados à regeneração de ecossistemas na bioeconomia, além de fomentar a pesquisa aplicada em desenho circular, práticas circulares e no desenvolvimento de biomateriais sustentáveis.
EIXO 2 Fomentar inovação, cultura, educação e geração de competências para reduzir, reutilizar e promover redesenho circular da produção	2.3 Promover a cultura, a educação ambiental e o estímulo ao pensamento crítico e inovador para a circularidade.	2.3.1. Promover a conscientização para EC à toda sociedade, informando os benefícios ambientais e econômicos dos produtos circulares. 2.3.2. Criar programas de incentivo à EC em todos os níveis de ensino para trabalhos de pesquisa, relacionados a desenho circular, inovação sistêmica, modelos de negócio circulares e sistemas regenerativos, com editais, bolsas e financiamento.
	2.4 Promover produções industriais, minerais, artesanais, extrativistas, agropecuárias e agroflorestais sustentáveis, incluídos os processos de distribuição, comércio e serviços associados.	2.4.3. Incentivar a produção regenerativa por meio do desenho de produtos e fórmulas, de práticas de aprovisionamento e políticas agrícolas e de uso da terra.

EIXO 3 Reduzir a utilização de recursos e a geração de resíduos, de modo a preservar o valor dos materiais	2.5. Incentivar a reutilização e o aumento da vida útil de produtos.	2.5.3. Promover iniciativas de desenho circular para incentivar o acondicionamento, a remanufatura e o reaproveitamento de subprodutos, quando aplicável, com foco na estruturação de polos dedicados, na venda de produtos relacionados a essas atividades e na oferta de serviços de reparo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a geração de empregos.
	3.1. Minimizar resíduos desde a concepção do produto.	3.1.1. Estimular a implementação de soluções de desenho circular pelo setor produtivo. 3.1.2. Criar programas de incentivo para reduzir a geração de resíduos por meio de práticas circulares, além de promover o reaproveitamento de componentes e produtos, nos diversos setores da economia. 3.1.4. Criar um banco de dados e boas práticas sobre soluções reutilizáveis e retornáveis, com foco em desenho circular e inovação em modelos de negócio, acessível a empresas, governos e empreendedores.
	3.2. Incentivar a instalação de recicladoras em todo o País.	3.2.1. Desenvolver sistemas de gestão e gerenciamento de resíduos que integrem coleta seletiva, triagem automatizada e semi-automatizada, reciclagem e compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), incluindo as comunidades locais e organizações de catadoras e catadores.
	3.3. Fomentar investimentos em infraestrutura e no uso de tecnologias para o desenvolvimento da Economia Circular.	3.3.5. Promover estudos que demonstrem a adicionalidade social, ambiental e financeira dos diferentes sistemas de logística reversa. 3.3.6. Fortalecer e ampliar a infraestrutura de fiscalização direcionadas para a práticas circulares, bem como para a comercialização de produtos circulares
	3.4. Promover a articulação entre políticas de gestão de resíduos e EC.	3.4.1. Promover a prevenção ao desperdício de alimentos e valorização de resíduos orgânicos, por meio da implementação do Plano Nacional de Redução de Resíduos Orgânicos Urbanos (Planaro). 3.4.2. Integrar os princípios da EC às políticas comerciais, promovendo práticas circulares, valorização de resíduos orgânicos, rastreabilidade até a destinação final adequada e medidas para redução da importação de resíduos e produtos fora dos requisitos de circularidade e legislação vigente no país. 3.4.4. Incluir mecanismo nacional de fomento para embalagens retornáveis de modo a se respeitar a hierarquia na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos prevista no art. 9º da Lei n. 12.305/2010.
	4.1. Propor mecanismos financeiros para apoiar a	4.1.1. Propor critérios para financiamento de forma a: a) priorizar projetos que considerem os princípios

	implementação e expansão de práticas de EC.	da circularidade; b) oferecer suporte técnico a bancos e instituições financeiras para identificar projetos de EC. 4.1.4. Propor fontes de financiamento e linhas de crédito específicas para os setores que atuam com produtos e modelos de negócio circulares, reciclagem, compostagem e biodigestão. 4.1.6. Articular as iniciativas privadas de economia circular ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), conforme disposto na Lei Federal nº 15.042/2024, reconhecendo a economia circular como estratégia eficaz de mitigação de emissões de gases de efeito estufa e como potencial geradora de ativos negociáveis no âmbito do SBCE.
EIXO 4 Propor instrumentos financeiros de auxílio à Economia Circular	4.2. Estimular compras públicas de bens e serviços circulares.	4.2.1. Propor diretrizes e critérios de circularidade para compras, contratos e aquisições públicas, incluindo práticas governamentais visando a redução e o reuso.
	4.3. Propor tratamento tributário adequado para reduzir a poluição e os resíduos.	4.3.1. Estabelecer ajustes tarifários favoráveis à criação de mercados de produtos e serviços circulares. 4.3.3. Mapear, harmonizar e promover proposições legislativas em trâmite no Congresso Nacional que contribuam com produtos, arranjos e incentivos financeiros para a transição à Economia Circular.
	5.1. Propor ações de incorporação de trabalhadoras e trabalhadores informais às cadeias de valor circulares.	5.1.1. Incentivar a contratação de organizações de trabalhadoras e trabalhadores informais, bem como de organizações voltadas à EC, assegurando condições de trabalho adequadas e, quando cabível, viabilizando o acesso a mecanismos de pagamento por serviços ambientais pelas atividades de coleta, transporte, triagem e processamento de resíduos que resultem em benefícios ambientais mensuráveis. 5.1.2. Promover programas de capacitação profissional e educação continuada para trabalhadoras e trabalhadores da economia circular formais e informais. 5.1.3. Incentivar a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis em cooperativas, além de formalizar MEIs, empresas e agentes da reciclagem. 5.1.4. Estabelecer as bases metodológicas e institucionais para medição de geração de empregos circulares na economia, considerando aspectos de gênero, de raça, de etnia e socioeconômicos.
EIXO 5	5.2. Fomentar políticas públicas de coleta e triagem, incentivos a	5.2.3. Apoiar e promover programas de coleta seletiva nos municípios.

Promover a articulação interfederativa e o envolvimento de trabalhadoras e trabalhadores da Economia Circular

cadeias produtivas e industriais de reciclagem, e a valorização de catadoras e catadores de materiais recicláveis.

5.3. Propor ações de desenvolvimento econômico regional, por meio de cadeias produtivas de reciclagem e negócios circulares.

5.3.1. Desenvolver estudos de viabilidade e de potencial regional ou local, incluindo análises detalhadas dos fluxos de materiais disponíveis nos territórios, considerando dimensões econômicas, sociais e ambientais.

5.3.2. Fomentar a criação e o fortalecimento de redes de cooperativas, associações e outras formas de organização social voltadas para a economia circular, visando à ampliação de escala e capacidade de comercialização.

5.3.4. Incentivar a realização de parcerias público-privadas (PPPs) para construir a infraestrutura necessária, incluindo a criação de centros regionais, para adoção de práticas circulares

Fonte: Adaptado do Plano Nacional de Economia Circular (2025).

Segundo o Plano Nacional de Economia Circular, a tecnologia tem um grande papel na transição para a Economia Circular, devido oferecer soluções para a otimização de processos para rastrear, monitorar e gerenciar fluxos de materiais de forma mais eficiente, reduzindo desperdícios e maximizando o reaproveitamento a partir de tecnologias como, internet das coisas (IoT), big data e inteligência artificial (IA) (Brasil, 2025). No entanto, de acordo com Mello (2014), essas tecnologias devem ser adaptadas a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico, não promover controle capitalista, segmentar, hierarquizar e dominar os trabalhadores, devem ser orientadas para a satisfação das necessidades humanas, incentivando o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários, bem como serem capazes de viabilizar economicamente empreendimentos como cooperativas populares (Mello, 2014).

O que coincide com os princípios da economia circular, esta que não é apenas uma oportunidade para reduzir os resíduos e prevenir a poluição ambiental, mas também envolve a maximização dos benefícios mútuos entre economia e ambiente. Podendo ser implementada a nível micro (empresas e consumidores), a nível meso (áreas ecoindustriais) e a nível macro (cidade, região ou país) com o objetivo de uma economia sustentável e criação de boa qualidade ambiental, bem-estar econômico e justiça social (Latif *et al.*, 2023). Visto que, uma das alavancas de políticas fundamentais para a implementação da Economia Circular são as parcerias com

universidades locais, a partir de laboratórios, eventos e projetos que permitam a partilha de benefícios e conhecimento, visto que, à consolidação das universidades como agente de transformação local e regional através dos resultados de suas pesquisas, podem fornecer subsídios à implantação de políticas públicas no espaço de atuação regional da instituição (Silva, 2015; Esquivel., 2019). Aliados a transparência na cadeia de suprimentos, investimento em pesquisas, bem como, desenvolvimento e inovação para identificação dos pontos de ineficiência e oportunidades de melhoria (Brasil, 2025).

De acordo com Esquivel (2019), parcerias locais são bem-vindas para a redução de custos de materiais, o que proporciona um novo fluxo de receita através do desenvolvimento de gestão de recursos. O que corrobora com as premissas do Plano Nacional de Economia Circular, este que reforça o engajamento e a colaboração entre empresas, governo, academia e a sociedade civil. Sendo, a educação para sustentabilidade, peça essencial de estratégias empresariais para a capacitação de profissionais a criarem soluções inovadoras alinhadas aos interesses econômicos e a conservação ambiental (Brasil, 2025).

Com a crescente ênfase na sustentabilidade, pesquisadores e líderes da indústria reconhecem o potencial de desenvolver abordagens inovadoras para valorizar o soro de leite, transformando-o em produtos com valores agregados, ao mesmo tempo em que minimizam o impacto ambiental e o desperdício. O soro de leite compreende cerca de 50% do total de sólidos do leite, sendo a lactose o principal componente, seguido pelas proteínas com 20% do total de proteínas do leite, além de conter minerais essenciais, vitaminas do complexo B e outros compostos menores. E devido à sua versatilidade pode ser considerado uma matéria prima valiosa com ampla gama de aplicações em diversos setores industriais (Soumati *et al.*, 2023).

De acordo com Almeida *et al* (2023) o soro de leite tem aplicações em diversos produtos, como alimentos, bebidas, produtos de higiene pessoal, produtos farmacêuticos e no setor médico. Um exemplo é a fabricação da manteiga, um dos principais produtos derivados do leite, presente na mesa de grande parte da população brasileira. Tendo como principal componente a gordura, além de água, proteínas, vitaminas, sais minerais, ácidos e lactose, o que a torna um produto de alto valor nutritivo (Nascimento *et al.*, 2024).

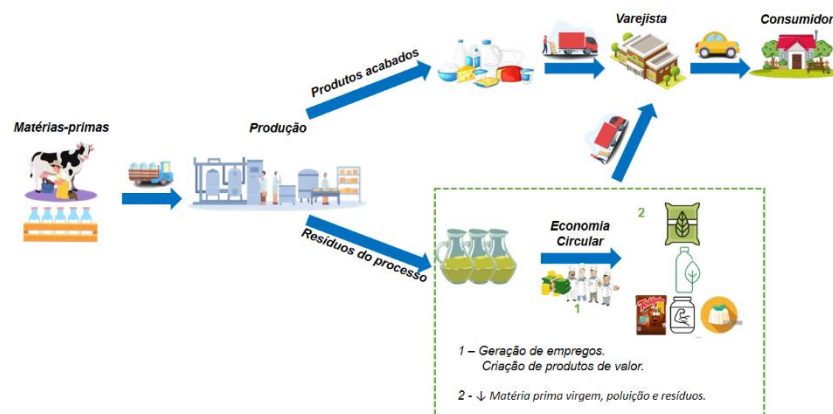
A Instrução Normativa nº 128 (IN 128), de 5 de julho de 2000, discute que as empresas de pequeno porte, geralmente não possuem facilitadores para a estocagem e destinação do soro a fábricas de alimentação animal ou a estabelecimentos que produzam lácteos desidratados, como o soro de leite em pó e a lactose em pó. Assim, a IN 128 considera o descarte do soro de leite pelas indústrias, grande dificuldade prática para pequenas empresas, em virtude da legislação de controle da poluição ambiental. A partir do exposto autoriza a utilização do creme ou gordura láctea proveniente do desnate do leite ácido e ou do soro obtido da fabricação de queijos na produção de manteiga (Brasil, 2000).

No entanto, os tratamentos convencionais apesar de serem caros, ainda predominam, como os processos de coagulação e floculação, seguido dos biológicos. Estes que, segundo Muniz *et al* (2020) utilizam coagulantes metálicos, gerando grandes volumes de lodo com características indesejáveis, o que entra em discordância com os princípios da EC (Martinez - Burgos *et al.*, 2021).

Como por exemplo os tratamentos anaeróbicos e aeróbicos, em que o primeiro resulta na produção de biomassa microbiana e bioprodutos oxidados de baixo teor energético. Já o segundo, combina uma redução parcial do potencial poluidor do efluente, em decorrência da produção de moléculas mais reduzidas, que podem ser utilizadas para a produção de energia (Martinez – Burgo *et al.*, 2021).

Segundo Cecconet *et al* (2018) novos paradigmas da EC exigem novas abordagens tecnológicas para a recuperação de energia e que novos recursos sejam implementados no lugar das tecnologias convencionais que consomem alta energia. Assim, a valorização do soro de leite a partir das práticas de EC, não só minimiza o desperdício como também apoia a realização dos ODS. E a diversidade de produtos produzidos a partir do soro de leite, demonstram o potencial criativo e a capacidade de inovação, devido às propriedades e componentes do soro de leite, abrem oportunidades para criação de produtos únicos e sustentáveis que beneficiam tanto o meio ambiente quanto a economia (Soumati *et al.*, 2023) como demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite



Fonte: Adaptado de Weetman (2019, p.358).

Para o êxito da ENEC é necessário a incorporação das estratégias no setor produtivo, visto que é responsável por grande parte do consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Sendo necessário também o diálogo contínuo entre os atores interessados para fiel alinhamento dos objetivos, capacidades econômicas e tecnológicas, refletindo as realidades locais, visto que, tecnologias dispendiosas continuam a ser um fator limitante para reutilização do soro de leite em comunidades pobres e remotas (Almeida *et al.*, 2023). Além da adoção de uma nova mentalidade pelas empresas e consumidores para a garantia de uma transição justa, inclusiva e equitativa, que aborde disparidades de gênero, de raça, de etnia e socioeconômicas, ademais, a valorização do conhecimento tradicional (Brasil, 2025).

3. METODOLOGIA

3.1. Análise bibliométrica e revisão da literatura internacional

A revisão de literatura inicial foi realizada a partir da técnica da bibliometria e executada através dos softwares *VOSviewer* e *Biblioshiny* e teve como objetivo, a fundamentação teórica metodológica do tema. Através de uma abordagem qualitativa, em que analisa dados bibliográficos, como ano de publicação, atuação de países, periódicos, entre outros e que apresenta indicadores sobre a produção científica que visam mensurar produtividade, estabelecer relações e identificar citações (Guimarães; Moreira; Bezerra, 2021).

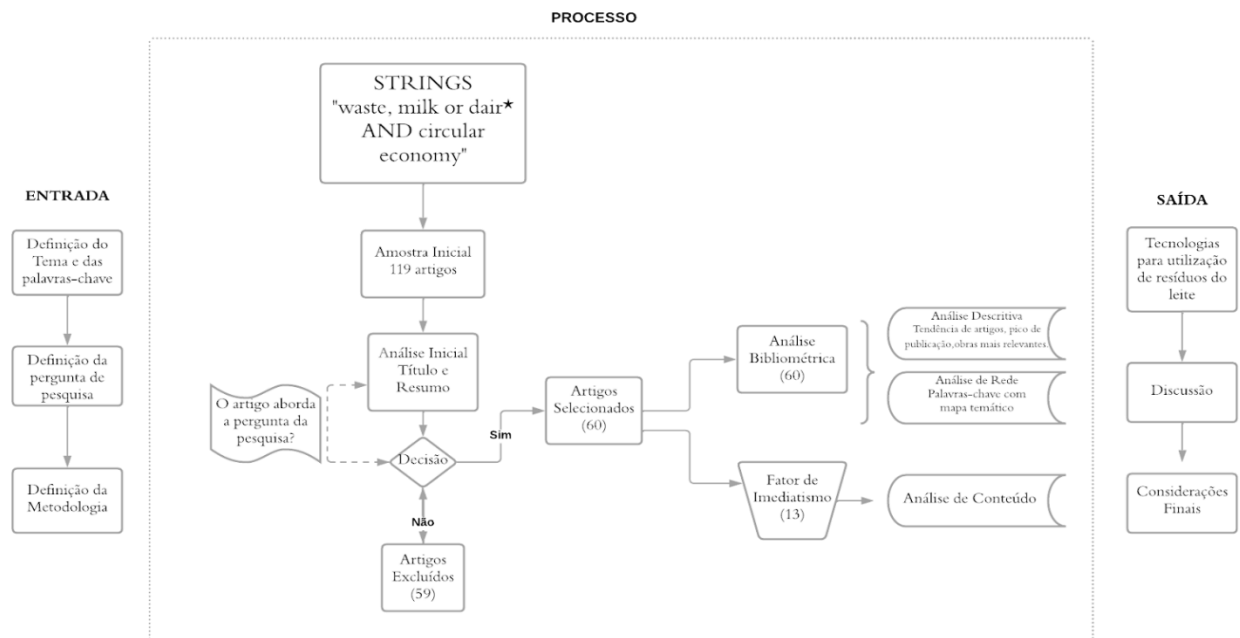
A base de dados utilizada para a obtenção de dados, extraídos no início de abril de 2023 foi a *Scopus*. Devido ser a maior base de resumos e citações da literatura revisada por pares no mundo. Além de analisar todos os resultados da busca a partir das ferramentas de apoio à bibliometria, sendo possível também exportar os dados das análises compatíveis a técnica de bibliometria, sendo eles, título do artigo, palavras-chave, resumos, índices de citação, autores, instituições, países, entre outros (Carvalho *et al.*, 2013).

A revisão por pares permite que poucos filtros sejam utilizados nas bases científicas para obtenção de dados. Assim, na presente pesquisa não foi utilizado nenhum filtro com o objetivo de ter uma visão panorâmica das pesquisas em tecnologias de tratamento de resíduos lácteos no mundo todo. As strings de busca utilizadas foram *waste, milk OR dair* AND circular economy* aplicadas como “título do artigo, resumo e palavra-chave” na base *Scopus*. Sendo encontrados 119 artigos exportados em CSV para análise inicial no excel, que compreendia na leitura do título e do resumo e de avaliação da relevância e contribuição com o tema, método sugerido por Carvalho *et al* (2013). Nesta análise foram selecionados 60 artigos.

De acordo com Guedes e Borschiver (2012) a análise de citações é utilizada para estimar o Fator de Imediatismo de um artigo publicado, através do estudo da concentração de citações a esse artigo. Assim foi realizada a somatória das citações dos 60 artigos, resultando em uma média de 12 citações por artigo. Nessa fase foram selecionados 13 artigos, sendo posteriormente importados para o software Mendeley

para leitura completa e análise do conteúdo. O fluxo completo realizado nesse trabalho pode ser verificado na Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma proposto para o delineamento do estudo bibliométrico

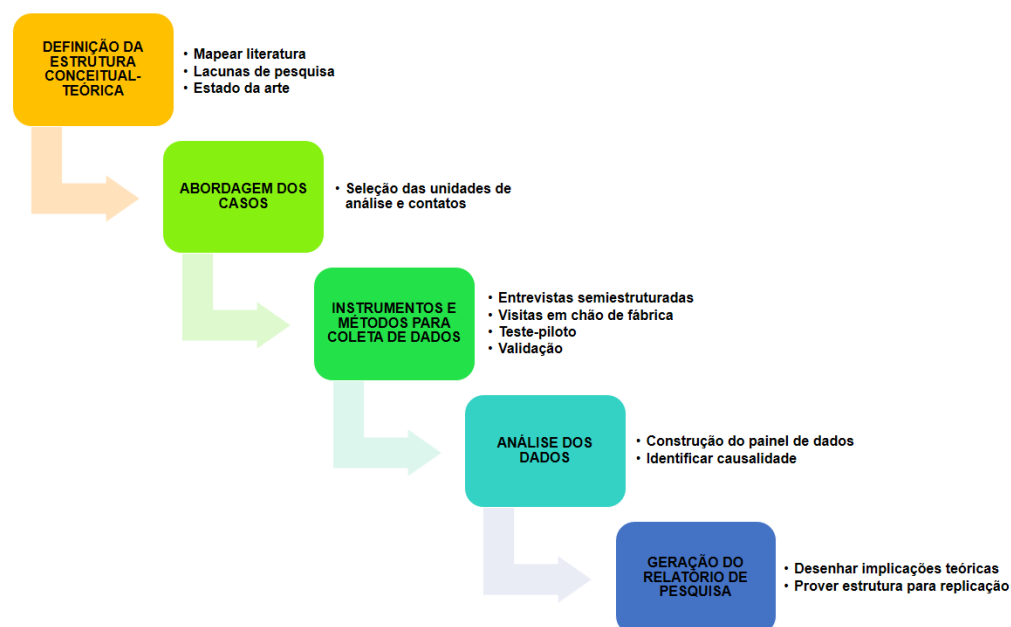


Fonte: Fortes; Nadae; Sánchez (2023, p. 6)

3.2. Estudo de caso

A abordagem metodológica consiste em uma pesquisa de natureza exploratória, através de um estudo de casos múltiplos, conduzido pelas etapas sugeridas Miguel (2012), exemplificadas na Figura 8. A metodologia escolhida possui caráter empírico, pois o pesquisador precisa ir à campo, conversar com pessoas e presenciar relações sociais.

Figura 8 - Etapas para condução do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Miguel (2012, p.134).

O estudo de caso vem sendo utilizado cada vez mais por pesquisadores sociais, devido servir as pesquisas com diferentes propósitos, tais como: explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação, bem como, explicar as variáveis de determinado fenômeno em situações complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos (Gil, 2010). Além de investigar um dado fenômeno dentro de um contexto real e que geralmente as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas, através de um ou mais casos de análise (MIGUEL, 2012). Como é o caso da EC na cadeia produtiva do leite, visto que, de acordo com Herbrstritt *et al* (2023) a literatura relacionada ao tema é dominada principalmente por análises teóricas, faltando estudos de casos práticos.

O estudo foi conduzido no período de março de 2024 a março de 2025 nos municípios de Wenceslau Braz e de Delfim Moreira, localizados na Serra da Mantiqueira. Wenceslau Braz, a uma altitude de 1.174 metros, de clima ameno e de fácil acesso pela Rodovia Presidente Dutra, através da BR 459, faz divisa com o município paulista de Campos do Jordão e com os municípios mineiros de Delfim Moreira, Itajubá e Piranguçu (Secretária de Cultura e Turismo do Município de Wenceslau Braz, 2024). Delfim Moreira, situado a 1.220 metros de altitude, estabelece limite com os municípios de Marmelópolis, Wenceslau Braz e Itajubá (Prefeitura Municipal de Delfim Moreira, 2025).

3.3. Etapas do processo de pesquisa

3.3.1. Definição da estrutura conceitual teórica

Primeiramente foi definido um referencial conceitual teórico para o trabalho, a partir do mapeamento da literatura, em que foi identificado lacunas de pesquisa, o estado da arte, bem como, proporcionar suporte teórico para a pesquisa e familiarização com o tema. O mapeamento foi realizado na base de dados *Scopus* devido ao amplo reconhecimento, cobertura disciplinar abrangente, funcionalidades de pesquisa sofisticadas e na confiabilidade de suas publicações indexadas (Kondala *et al.*, 2023). Além das informações produzidas pelas autarquias do estado, como o IBGE, Consórcio Intermunicipal Multifinalitário da Microrregião do Alto do Sapucaí (CIMASP), EMBRAPA, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER), devido estas produzirem informações significativas sobre a região e o município. Ademais, segundo Dowbor (2016) essas informações são geralmente utilizadas para preparar publicações e estudos de âmbito nacional e não estão sendo suficientemente utilizadas para promover a compreensão dos problemas locais de desenvolvimento pela própria comunidade.

3.3.2. Abordagem do caso

Na etapa seguinte foi realizada uma visita no escritório regional Consórcio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto do Sapucaí (CIMASP), sediada no município de Itajubá - MG, o qual presta assessoria em engenharia na elaboração de plantas e projetos, articulação política para solucionar problemas da microrregião, serviços veterinários de inspeção de produtos de origem animal e serviços de topografia.

Mediante a explanação do projeto de pesquisa, foi disponibilizado para a pesquisadora dados dos serviços de inspeção de produtos de origem animal executados em 16 municípios do sul de Minas Gerais pelo CIMASP. Em um segundo momento, foi determinado dois casos para condução do estudo, visto que, na adoção de casos múltiplos alcança-se maior grau de generalização dos resultados (Yin, 2001; Sousa, 2005 *apud* Miguel, 2012). Sendo selecionado os municípios de Wenceslau Braz e Delfim Moreira como objeto de pesquisa para este estudo, destacados na Figura 9. Os dois municípios foram escolhidos devido à proximidade entre os municípios, além de que, ambos possuem sistema econômico formado pela produção

agrícola e pecuária e pequenas indústrias (Secretária de Cultura e Turismo do Município de Wenceslau Braz, 2024; Prefeitura Municipal de Delfim Moreira, 2025).

Figura 9 - Municípios do Sul de Minas Gerais associados ao CIMASP



Fonte: CIMASP (2024).

Segundo o IBGE (2002), os dois municípios não iniciaram a elaboração da Agenda 21 local, além de que, não possuem legislação específica para a questão ambiental. O município de Wenceslau Braz possui seis laticínios rurais, dos quais quatro são associados aos serviços de inspeção do CIMASP. Já o município de Delfim Moreira possui cinco laticínios rurais, sendo dois associados ao CIMASP. As atividades das indústrias lácteas são responsáveis pela geração de resíduos em grandes quantidades e que apesar do valor nutritivo, quando descartados incorretamente podem causar impactos negativos em diferentes sistemas ecológicos. Visto que o soro bruto possui demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 30.000 a 60.000 mg.L-1, sendo mais de dez vezes superior ao esgoto doméstico bruto, este que possui DBO de 250 a 350 mg. L -1 (De Paula, 2011).

3.3.3. Instrumento e métodos para coleta de dados

Como instrumento e método para coleta de dados foi empregado um roteiro de entrevista semiestruturado e visitas para verificar *in loco* o fenômeno estudado (Miguel, 2012). A entrevista foi aplicada aos proprietários de laticínios rurais e consiste

em 70 perguntas abertas e fechadas, descritas no Apêndice A, elaboradas a partir da revisão de literatura. A primeira parte da entrevista (nove questões) têm o intuito de conhecer a pessoa do proprietário, sua formação profissional, sua experiência na área, bem como o ano de fundação do laticínio e a motivação para sua abertura. A próxima etapa da entrevista (24 questões) compreende as questões relacionadas à gestão de resíduos, com o intuito de mensurar a preocupação e as práticas ambientais dos laticínios. Por fim, a última etapa (37 questões) engloba as questões que dizem respeito às informações gerais do laticínio, como informações sobre funcionários, produtores, manufaturas e o processamento do leite, com o intuito de aferir o percentual das receitas oriundas da indústria láctea no município.

As questões sobre o tipo de produto produzido pelo laticínio, número de funcionários, ano de fundação, localização, tamanho da indústria, faturamento anual e qualificação dos funcionários foram retiradas do protocolo do estudo de caso de Kondala *et al* (2023). Já a questão sobre a motivação para a abertura da Agroindústria foi criada a partir de Vieira (1998). Por fim, as questões perfis, como, gênero e grau de escolaridade, foram pensadas a partir de Miguel (2012), com a justificativa de que, as entrevistas devem considerar diferentes indivíduos com perspectivas diversificadas. As demais questões foram criadas pelos autores para responder aos objetivos da pesquisa.

A escolha da aplicação da entrevista deve-se ao fato de que a coleta de dados não é possível apenas através da pesquisa bibliográfica e da observação. Visto que, segundo Boni e Quaresma (2005), os dados subjetivos só podem ser obtidos por meio da entrevista, pois eles se relacionam com os valores, às atitudes e às opiniões dos sujeitos entrevistados. Assim, as visitas *in loco* para a aplicação da entrevista serão realizadas mediante ao contato prévio com os respondentes por meio do telefone. Sendo explicado os procedimentos da execução da pesquisa para garantia de que os atores tenham compreendido todos os pontos relevantes da pesquisa e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será assinado em duas vias, uma para os pesquisadores e outra para os respondentes da entrevista.

De acordo com Haynes *et al* (1995), validade de conteúdo é o grau no qual os elementos constitutivos de um instrumento de mensuração são representativos e relevantes para o conceito que será avaliado. Sendo necessário para a validação de conteúdo, avaliação e correção do conteúdo por especialistas (Apêndice C), assim o

roteiro da entrevista foi validado por quatro médicos veterinários atuantes na cadeia produtiva do leite e por duas engenheiras com significativa contribuição na área de modelo de negócio sustentável e gestão de resíduos. Sendo os médicos veterinários, coordenador e professor do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Itajubá, responsável pela disciplina de Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, médico veterinário coordenador do CIMASP, médica veterinária fiscal do CIMASP e médica veterinária auxiliar administrativa do CIMASP. Sendo as engenheiras, professora do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, a nível de graduação responsável pelas disciplinas de projetos agroindustriais e fundamentos da sustentabilidade corporativa e atuante nas linhas de pesquisa a nível mestrado em modelos de negócios para sustentabilidade, gestão de projetos para sustentabilidade, trabalho e sustentabilidade corporativa e empreendedorismo social e uma, doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá, atuante em projetos de pesquisa sobre economia circular e desenvolvimento de indicadores de circularidade, indicadores de sustentabilidade, gestão de resíduos e logística reversa. Sendo sugerido pelos profissionais as alterações tratadas na Tabela 2. Os seis participantes da validação do roteiro de entrevista, o consideraram apto para ser aplicado, após a realização de suas sugestões (ANEXO A).

Tabela 2 - Sugestões dos especialistas

Profissional	Sugestão
Médico veterinário (coordenador e professor)	1- Adição de uma questão sobre a presença de estação de tratamento no laticínio: “O laticínio possui estação de tratamento de efluentes? ”; 2- Retirada da questão “Em média quantos litros de leite são utilizados para a produção de 1 Kg de queijo? ”. Visto que, para cada tipo de queijo são utilizadas diferentes quantidades de leite.
Médico veterinário (Coordenador do CIMASP)	1- Acrescentar como opção a questão “Qual o tipo de veículo em que o leite é captado” a alternativa “caminhão carroceria com cobertura”.
Médica veterinária (Fiscal do CIMASP)	1- Adição da questão “Qual o critério utilizado para selecionar a venda do produto acabado”; 2- Adição da questão “O laticínio é próprio ou arrendado”; 3- Reformulação da questão sobre o destino do leite condenado pelos

Médica veterinária (Auxiliar administrativa do CIMASP)	laticínios, transformando-a em duas novas questões “Em quais casos o laticínio condena o leite” e o “Destino do leite condenado”. 1- Acrescentar como opção a questão “Quais as funções dos funcionários” as alternativas “Responsável técnico” e “Consultor de vendas”. 1- Adição de uma questão sobre os resíduos gerados no processamento do leite: “Quais são os resíduos gerados no processamento do leite?;
Engenheira (Professora de Engenharia de produção)	2- Sugeriu dividir a questão “Com o emprego da Economia Circular o que melhoraria na indústria em aspectos de gestão de resíduos e geração de renda?” Em duas novas questões: “A introdução de práticas de economia circular na cadeia produtiva de laticínios poderia gerar novos empregos? Se sim, qual o impacto na gestão de resíduos e na geração de renda? ”.
Doutoranda em Engenharia de produção	1- Sugeriu a explicação do conceito de economia circular em uma linguagem mais acessível, visto que, utilizar muitos termos técnicos pode afastar o respondente.

Fonte: Autoria própria (2025).

Seguindo a sugestão de Miguel (2012) foi conduzido um teste-piloto, posterior à reestruturação e modificações propostas pelos médicos veterinários validadores do conteúdo. O teste piloto tem o intuito de verificar a qualidade dos dados obtidos, visando identificar se eles estão associados aos constructos e, conseqüentemente, se contribuem para o atendimento aos objetivos da pesquisa, visto que, a partir do teste, fazem-se as correções e ajustes necessários. Além de que, de acordo com Lakatos, Marconi (2003) essa etapa é de grande importância, devido evidenciar falhas existentes, como, inconsistência, complexidade, ordenação, número de questões, ademais, possibilita a transparência de dificuldades particulares que só são perceptíveis em contato com o grupo participante.

De acordo com a sugestão de Lakatos, Marconi (2003) deve-se realizar o teste piloto com cerca de 5 a 10% do total de participantes da pesquisa. Assim foi realizado contato prévio com um proprietário de laticínio da região para obter sua autorização para a realização do teste piloto e a partir da visita in loco ao laticínio A, foi constatado que o roteiro de entrevista é de fácil entendimento, visto que, o participante não teve dúvidas em nenhuma questão. No entanto, através do teste percebeu-se a

necessidade de acréscimo de questões, antes não pensadas, as quais foram incluídas no roteiro de entrevista, sendo elas, no bloco de informações gerais sobre o laticínio “O laticínio possui programas de autocontrole (PAC)? ”, “Quais são as instalações presentes no laticínio? E os respectivos equipamentos presentes em cada uma delas”. No bloco de informações sobre funcionários, na questão “Qual a faixa etária dos trabalhadores do laticínio? ” Foram alteradas as opções de “≤18, 18-25, 26-35, 36-45, 46-60 e +60” para “≤18, 18-24, 25-29,30-36, 37-45, 46-60 e +60” para obter a estimativa do percentual de jovens trabalhadores dos laticínios. Visto que, de acordo com a lei nº 12.852 de 5 de agosto de 2013 é considerado jovem a população entre 15 e 29 anos. Já no bloco de informações sobre manufaturas e receita econômica foram acrescentadas as questões “Qual o tipo de veículo em que os produtos acabados são entregues? ” E “Você já participou de algum evento relacionado ao leite? ”. Por fim, no bloco de informações sobre o uso da água e a gestão de resíduos foi adicionada a questão, no caso dos laticínios que possuem estação de tratamento da água “qual tratamento é utilizado? ”.

Outro fato observado foi a necessidade de alteração da questão “Os produtores recebem bonificação pela qualidade do leite? ” Pela questão “Como é calculado o valor do litro de leite pago ao produtor? ”. Devido a um comentário do entrevistado *“Um item que se aplica em grandes empresas como a Danone, mas pra ela fazer isso, ela é pesada, tem muitas exigências. Aqui existe uma prática em que o laticínio faz um acordo com os maiores produtores de leite (exigência desses produtores), estes recebem mais, no entanto, devem cumprir com constância na produção, durante o ano todo [...] Posso um dia chegar nesse ponto, mas a gente tem uma dificuldade, a gente não tem apoio de ninguém, falando até da política”*.

Por fim, as principais vantagens percebidas com a execução do teste piloto foi ter um *feedback* do público alvo da pesquisa, ter a possibilidade de reestruturar e acrescentar algumas questões. Além de ter contato com os participantes, ir à prática e transformar compreensões.

3.3.4. Análise dos dados

Analisar as práticas circulares da cadeia produtiva do leite e as suas implicações para o desenvolvimento rural sustentável exige a busca por uma forma de estabelecer caminhos para instigar uma reflexão sobre as variáveis citadas, assim

o método escolhido para compreender o significado dos dados coletados será a análise de conteúdo. Atualmente, a técnica de análise de conteúdo refere-se ao estudo tanto dos conteúdos nas figuras de linguagem, reticências, entrelinhas quanto nos manifestos (Rodrigues, Leopard, 1999 *apud* Campos, 2004).

Sendo uma técnica de análise das comunicações, em que analisa o que foi dito nas entrevistas ou observado pelo pesquisador. Já na etapa da análise do material, busca-se classificá-los em temas ou categorias que irão auxiliar na compreensão do que está por trás dos discursos. A partir de Bardin (1977) a análise de conteúdo alcançou popularidade, interessando pesquisadores de diversas áreas, como a etnologia, história, ciências políticas, entre outras (Silva, Fossá, 2015). O que evidencia o caráter social da análise de conteúdo, o que corrobora com Kondala *et al* (2023), visto que este método e análise são frequentemente empregados em pesquisas nas ciências sociais, como o caso do presente estudo. Além de que, é uma técnica com o intuito de produzir inferências de um texto para seu contexto social de forma objetiva (Bauer; Gaskell, 2002 *apud* Silva; Fossá, 2015).

Nesta etapa foi realizada uma análise detalhada de cada caso, bem como a formulação de um painel demonstrativo de todo o conjunto de dados, o que segundo Miguel (2012) permite uma visão geral dos dados. Para este trabalho optou-se para delinear o estudo das etapas sugeridas por Bardin (2016), sendo organizadas em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados obtidos e interpretação. A fase de pré-análise consiste em sistematizar as ideias iniciais, a partir de três missões: escolha dos documentos a serem submetidos à análise, formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação final.

Na fase seguinte, de exploração do material foram realizadas as operações de codificação, decomposição ou enumeração, que segundo Nascimento (2016) representa recortes dos textos em unidades de registro, em que será realizada a contagem, classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas. Por fim, na fase de tratamento dos resultados obtidos e interpretação, os resultados brutos serão tratados de maneira a serem significativos e válidos. Através de operações estatísticas simples como as percentagens ou mais complexas, como a análise fatorial.

Posteriormente foi realizada a análise de casos cruzados, visto o valor significativo da técnica, devido à sua capacidade de discernir padrões e inter-relações que podem ter permanecido obscuros em um estudo de caso único. E segundo Kondala *et al* (2023) a metodologia estudo de caso, resulta em uma maior compreensão do tema e facilita o avanço de teorias e estruturas que possuem aplicabilidade em diversos contextos.

3.3.5. Geração do relatório de pesquisa

Todo o conjunto de atividades das etapas anteriores será sintetizado em um relatório da pesquisa. Segundo Yin (2005), o relatório deve refletir as ênfases, os detalhes, os modelos de composição, bem como as necessidades do público.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise bibliométrica e revisão da literatura internacional

A Figura 10 apresenta o gráfico que emprega no eixo horizontal a relação dos anos em que os artigos foram publicados e no eixo vertical a quantidade de documentos publicados por ano. Assim, o gráfico apresenta a evolução anual das publicações em economia circular associada a resíduos e laticínios, indicando que de 2009 quando se teve o primeiro artigo da temática até 2016 2 % de artigos foram publicados, em contrapartida em 2017 inicia-se o elevado interesse nesse tipo de temática, perpetuando até os dias atuais, visto que 98% dos artigos foram publicados entre os anos de 2017 até abril de 2023.

Figura 7 - Evolução anual das publicações



Fonte: Fortes; Nadae; Sánchez (2023, p. 10)

A primeira publicação, Kosseva (2009) relacionou economia circular a cadeia láctea teve como objetivo principal enfatizar as tendências existentes nas tecnologias de processamento de resíduos alimentares, além de tratar sobre a recuperação de produtos de valor agregado, tecnologias de tratamento de resíduos alimentares e a gestão da cadeia alimentar para um desenvolvimento sustentável do sistema alimentar. A mesma autora cita como tratamento a digestão anaeróbica para geração de energia e já apresenta a consciência de que, o material gerado como resíduo pelas indústrias de processamento de alimento, contém componentes que podem ser utilizados como substratos e nutrientes em uma variedade de processos microbianos e enzimáticos, dando origem a produtos de valor agregado, como ração,

bioconservantes, bacteriocina (cultura de *Lactococcus lactis* em soro de leite), polissacarídeos, entre outros. Em relação aos impactos ambientais, a autora argumenta que a avaliação do ciclo de vida (ACV), oferece às empresas a oportunidade de antecipar questões ambientais e integrar suas dimensões em produtos e processos, como as questões importantes relacionadas ao processamento de alimentos (quantidades gastas em energia e de produção de resíduos) (Kosseva, 2009).

Já o artigo de 2017, quando o tema retorna às bases com elevado interesse, os autores Kilkis e Kilkis, mencionam que a transição no sistema educacional é um pré-requisito para permitir a transição para uma sociedade mais sustentável e que a postura neutra na educação é indicada como insuficiente, diante da rápida escalada de questões globais, bem como a gravidade dos desafios que intensificam a urgência do assunto. Escolas de pensamentos relacionadas à economia circular apresentam a necessidade de transformar processos lineares, aumentando o uso de resíduos e o uso de energia renovável, visto que, a conversão de resíduos em energia, minimiza a formação de resíduos, reduz a emissão de gases, sendo um caminho para o estabelecimento de um sistema de EC (Kilkis; Kilkis, 2017).

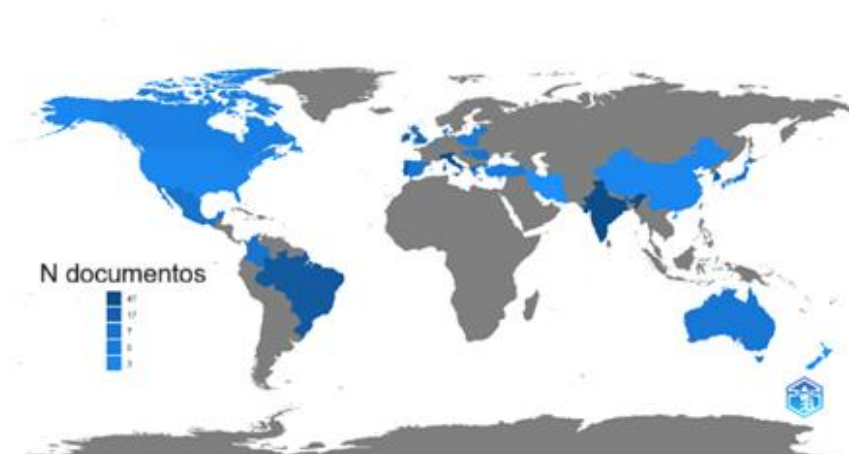
Por fim os artigos de 2022, ano em que ocorreu o pico de publicações, abordam a economia circular no âmbito dos tratamentos para resíduos lácteos, incluindo métodos físico-químicos e biológicos, porém demonstram que houve um crescimento significativo nos estudos que exploram a valorização de resíduos lácteos em produtos úteis (Usmani *et al.*, 2022) o que reduzirá a poluição ambiental e produzirá produtos com valor agregado, criando mercados subsidiários e fontes de renda (Reguengo *et al.*, 2022).

Com relação aos países que mais publicaram, os 60 artigos que compuseram a amostra para a análise bibliométrica foram produzidos em 27 países diferentes. A partir da figura 8 verifica-se os países que mais produziram pesquisas científicas na área estudada, sendo divididos em 5 principais grupos em ordem decrescente de intensidade da coloração: Grupo 1 (até 47 artigos), grupo 2 (até 17 artigos), grupo 3 (até 7 artigos), grupo 4 (até 5 artigos) e grupo 5 (até 3 artigos). Portanto pode-se concluir que os países que mais publicaram pesquisas nesse tema foi a Índia, seguida da Itália e do Brasil, o que corrobora com o estudo de Martinez – Burgo *et al* (2021) que menciona que grandes volumes de soro de leite e efluente do processamento do

leite são gerados em volumes mais altos nos Estados Unidos, Índia e Brasil, justificando a Índia e o Brasil serem um dos três maiores publicadores de artigos na área (Martinez – Burgo *et al*, 2021).

Apesar de que, desde o protocolo de Kyoto, o Japão promove o uso de bioplásticos e recentemente na França, foi aprovada pela primeira vez no mundo uma lei que proíbe o uso de copos e pratos descartáveis, o que pode estimular o desenvolvimento de bioplásticos (Reddy *et al.*,2019). Além de que, a Irlanda e os Estados Unidos utilizam 100% do volume produzido de soro do leite para geração de novos produtos (Nunes *et al.*,2018). Por fim Stanchev *et al* (2020) cita que o setor lácteo está incluído na lista de prioridades da recente agenda política da União Europeia, onde a economia circular é uma área de foco crescente, corroborando com a Figura 11, em que apesar de números inferiores, 12 países da União Europeia possuem estudos na área, sendo eles: Romênia, Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, França, Grécia, Irlanda, Itália, Lituânia, Polônia e Portugal. A partir dessas inferências, estima-se que esses países podem se tornar grandes referências em pesquisas, visto que já deram um passo à frente no desenvolvimento da economia circular.

Figura 8 - Produção Científica dos Países

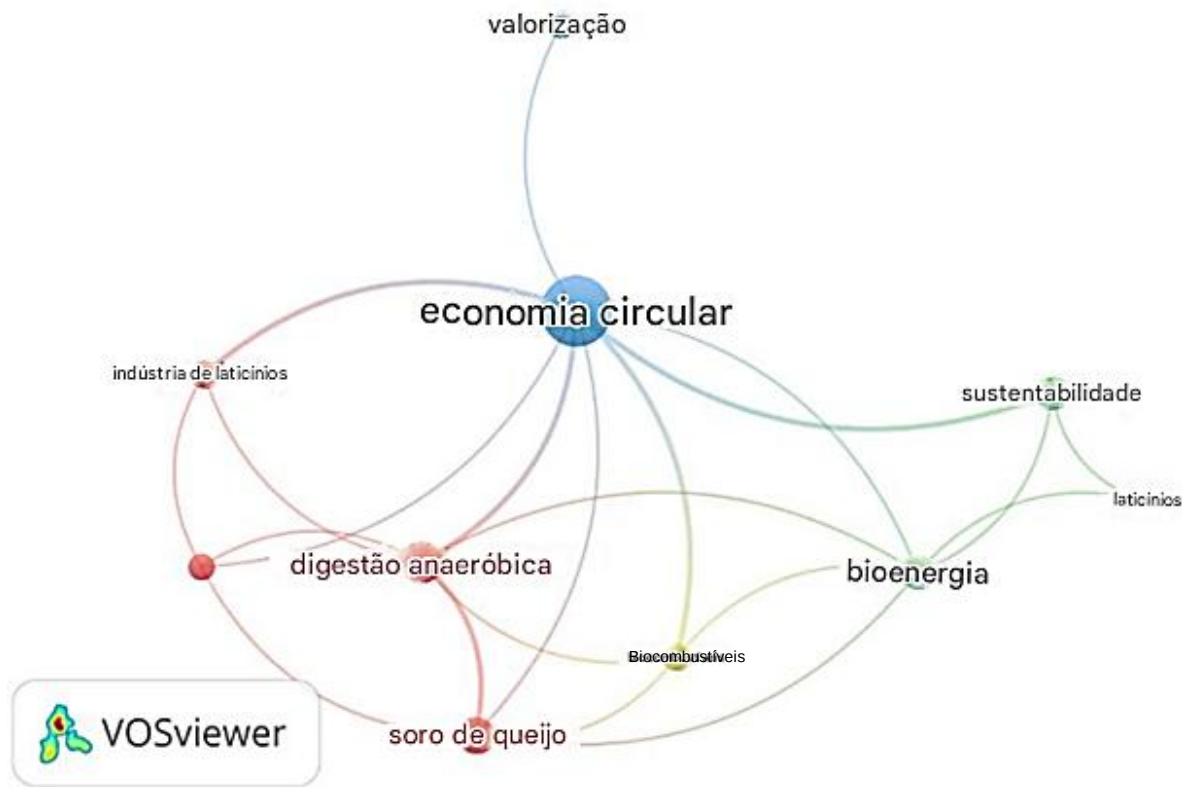


Fonte: Fortes; Nadae; Sánchez (2023, p. 9)

A Figura 12 apresenta o mapa temático das palavras-chave utilizadas, as quais complementam as discussões indicadas acima, bem como as relações entre elas. Os clusters indicados por cor são proporcionais à quantidade de repetições entre os artigos e apresentam os temas mais latentes dentro da amostra. Dentre os principais assuntos abordados destacam-se a economia circular, digestão anaeróbica e bioenergia. Corroborando com o estudo de Kilis e Kilis (2017) e Stanchev *et al*

(2020) que mencionam a conversão de resíduos em energia a partir da digestão anaeróbica como um caminho para o estabelecimento de um sistema de economia circular. Além disso, pode-se verificar oportunidades de pesquisas, que podem ser exploradas de aglomerações já existentes ou serem relacionadas entre si, como oportunidades para trabalhos futuros. Como por exemplo a associação da palavra valorização apenas a economia circular, podendo se relacionar com sustentabilidade, indústria láctea, associações essas que serão foco de pesquisa futura para os autores deste trabalho.

Figura 9 - Mapa temático de palavras-chave



Fonte: Fortes; Nadae; Sánchez (2023, p. 8).

A revisão de literatura inicial favoreceu também a investigação sobre as práticas no campo da Economia Circular para o retorno dos resíduos da cadeia produtiva do leite em produtos de valor agregado, estes que estão representados na Tabela 2. A revisão inicial resultou em um artigo apresentado e publicado nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP) de 2023.

Tabela 3 - Circularidade dos resíduos da cadeia do leite

Solução	Autor (s)/ Ano
Tratamento aeróbico/ anaeróbico para produção de biofertilizantes e energia.	Cecconet <i>et al</i> (2018); Martinez - Burgo <i>et al</i> (2019); Muniz <i>et al</i> (2020); Stanchev <i>et al</i> (2020); Usmani <i>et al</i> (2022); Asunis <i>et al</i> (2020); Herbstritt <i>et al</i> (2023).

Alternativa para o retorno dos resíduos da CPL em produtos de VA	Produção de bioplástico.	Reddy <i>et al</i> (2019); Meena <i>et al</i> (2020); Peydayesh <i>et al</i> (2021); Herbstritt <i>et al</i> (2023).
	Produção de alimentos.	Reguengo <i>et al</i> (2022); Schoina <i>et al</i> (2019).
	Alimentação animal.	Schoina <i>et al</i> (2019).
	Produção de ácido láctico.	Costa <i>et al</i> (2020).
	Corretivo de solo.	Bondi <i>et al</i> (2021); Herbstritt <i>et al</i> (2023).

Fonte: Adaptado de Fortes; Nadae; Sánchez (2023, p.6-7).

Tradicionalmente os resíduos da cadeia do leite, têm sido utilizados em uma pequena porção para alimentação animal (Schoina *et al.*, 2019) e mais recentemente explorado seu potencial como fontes alternativas de energia, como o biogás e bioetanol (Reguengo *et al.*, 2022). Apesar de seu alto valor nutritivo para inclusão na dieta humana, apenas Costa *et al* (2020) abordou a utilização do soro de leite para substituição de glicose e sacarose na produção de ácido láctico, este que pode ser utilizado na indústria alimentícia como agente emulsificante, acidulante e conservante. No entanto, mais estudos são necessários para teste da melhor estratégia de fermentação que otimize o desempenho geral do processo em termos de rendimento e produtividade sem sobrecarregar os custos da produção (Costa *et al.*, 2020).

Autores como Meena *et al* (2020) e Reddy *et al* (2019) abordam que o uso ilimitado de combustíveis fósseis associados à poluição ambiental, revelam a identidade da energia renovável derivada da biomassa como o futuro da energia, sendo a indústria láctea produtora de grande volume de biomassa residual. Outro fator relevante é que na França foi promulgada pela primeira vez na história, uma lei que proíbe o uso de copos e pratos descartáveis, o que estimula o desenvolvimento de bioplásticos. Como por exemplo os polihidroxialcanoatos (PHA), alternativa aos plásticos à base de petróleo para o uso em produtos farmacêuticos, biomédicos, agricultura e embalagens. No entanto, ainda não está em uso prático devido ao alto custo de produção, consequência do elevado valor do substrato (Reddy *et al.*, 2019).

4.2. Relatório de pesquisa

Para realização das entrevistas, os entrevistados A e B foram contatados através do telefone e após a sinalização positiva para participar da pesquisa foi efetivado o agendamento das entrevistas. As entrevistas ocorreram no mês de fevereiro de 2025, sendo a primeira entrevista no dia 11 de fevereiro realizada no escritório do laticínio. E a segunda entrevista no dia 18 de fevereiro realizada na área de descanso do laticínio. Ambos os entrevistados, demonstraram receptivos para participar da entrevista, sendo solicitado a eles permissão para realizar a gravação da entrevista, o que foi acatado, sem maiores problemas. Em relação ao tempo de duração da entrevista foi em torno de 3h10 para o entrevistado A e cerca de 50 minutos para a entrevistada B. Apesar da assimetria entre o tempo, as duas entrevistas ocorreram de forma tranquila e descontraída, permitindo que os entrevistados expressassem suas opiniões a respeito das questões designadas na pesquisa.

Inicialmente, a pesquisadora se apresentou, esclareceu os objetivos, a importância do estudo e efetuou uma breve discussão da Figura 13 como forma de introdução às entrevistas.

Figura 10 - Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite



Fonte: Adaptado de Weetman (2019,p.358).

O perfil de cada entrevistado, bem como a motivação para abertura do laticínio é apresentado na Figura 14. De acordo com Vieira (1998) uma das motivações para a abertura de uma indústria rural é adicionar valor à produção, como forma de

enfrentar conjunturas desfavoráveis de preço para sua produção agrícola, o que é comprovado pelo discurso do entrevistado A.

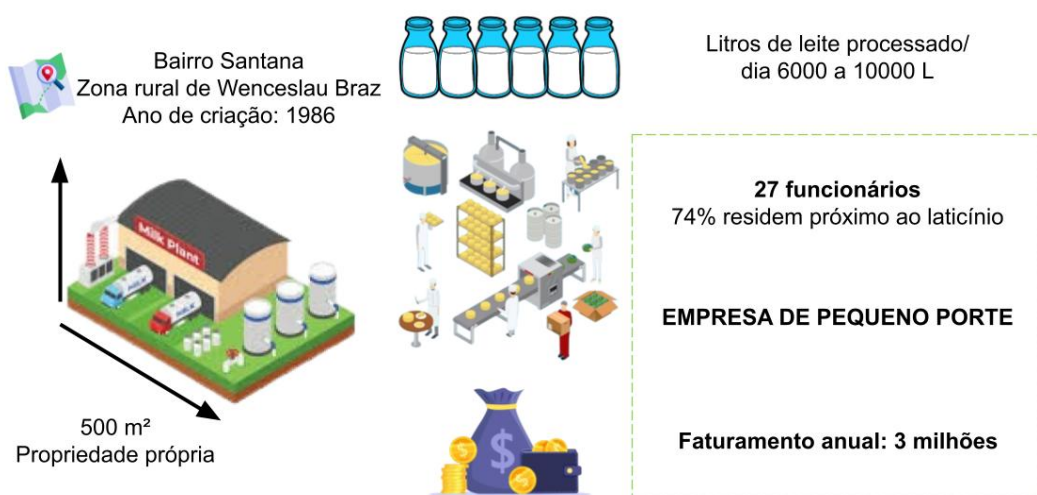
Figura 11 - Perfil dos entrevistados e motivação para abertura da agroindústria



Fonte: Autoria própria (2025).

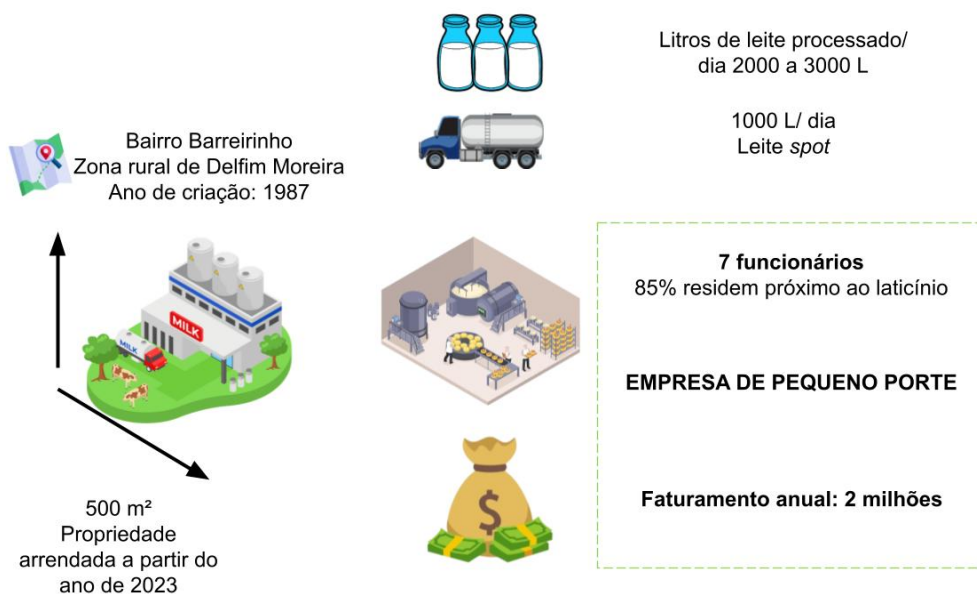
O laticínio A têm como faturamento anual cerca de 3 milhões, já o B, 2 milhões, sendo ambos classificados empresas de pequeno porte, uma vez que, segundo o SEBRAE (2022) são consideradas empresas de pequeno porte aquelas que obtêm receita de venda no mercado interno superior a R\$360 mil e inferior ou igual a R\$4,8 milhões. Dos 27 funcionários do laticínio A, 20 residem no município de Wenceslau Braz, próximo ao laticínio e 7 em municípios vizinhos. Em contrapartida, no laticínio B, seis funcionários residem nas proximidades do laticínio e apenas um funcionário, reside no município vizinho de Itajubá. O que é reforçado por Damke *et al* (2021) que sinalizam a importância da implantação das indústrias rurais como meio econômico para a permanência no meio rural. O perfil de cada laticínio é acompanhado nas Figuras 15 e 16.

Figura 12 - Perfil do Laticínio A



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 13 - Perfil do Laticínio B

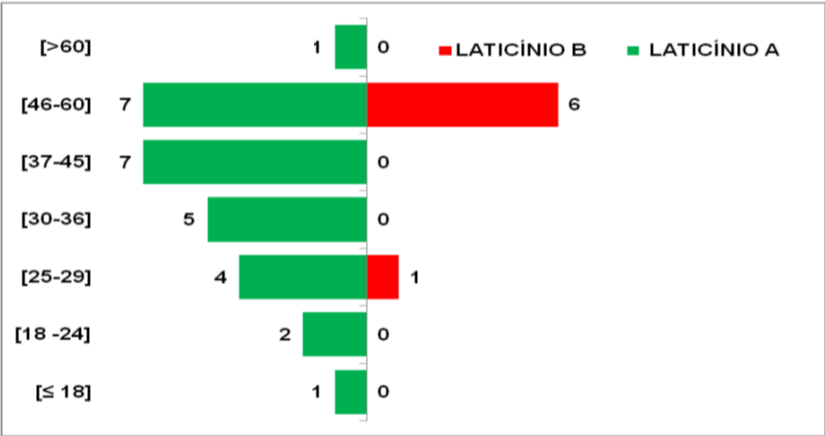


Fonte: Autoria própria (2025).

No laticínio A, a faixa etária dos trabalhadores é bastante diversificada, possuindo até mesmo um adolescente que trabalha como jovem aprendiz, filho de um operador do laticínio. Em contrapartida, no laticínio B, o padrão é uniforme, como demonstrado na Figura 17, 85% dos funcionários têm idades entre 46 a 60 anos, o

que coincide com o estudo de Krüger *et al* (2022). No qual uma amostra de 200 respondentes do meio rural, a faixa etária mais prevalente foi entre 51 a 60 anos, seguida da faixa etária de 41 a 50 anos, o que sinaliza que pessoas entre 40 e 50 anos tendem a continuar na zona rural, provavelmente devido à estabilização em sua atividade agrícola, perdendo estímulos para migrar às áreas urbana. Sendo uma consequência direta do então chamado “êxodo seletivo de jovens” o envelhecimento da população rural (Maia; Buianain, 2015).

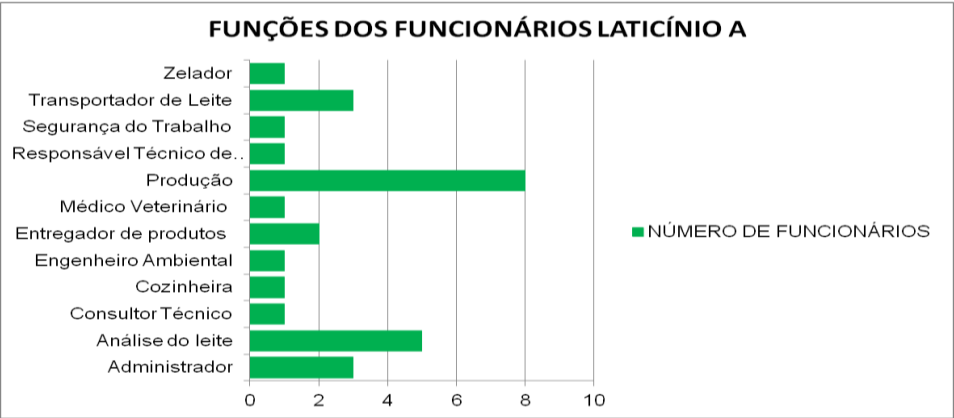
Figura 14 - Faixas etárias dos funcionários dos laticínios A e B



Fonte: Autoria própria (2025).

Quanto às funções desempenhadas pelos funcionários, no laticínio A há ampla diversidade como: transportadores de leite, entregadores de produtos, analistas de leite, produtores, médico veterinário, consultor técnico, administrador, zelador, cozinheira, responsável técnico da caldeira, engenheiro de segurança de trabalho e engenheiro ambiental, demonstrado na Figura 18.

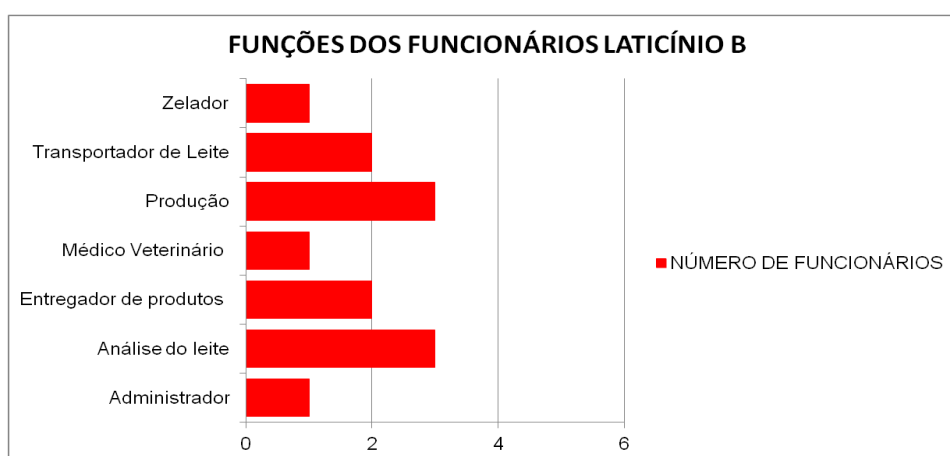
Figura 15 - Funções dos funcionários do Laticínio A



Fonte: Autoria própria (2025).

Ao contrário do laticínio A, no laticínio B há uma menor variedade, contam com: transportadores de leite, entregadores de produtos, analistas de leite, produtores, médico veterinário e zelador, exemplificado na Figura 19. No entanto, o laticínio B apesar de não ter contratado em seu pessoal ocupado as funções de consultor técnico, responsável técnico da caldeira, engenheiro de segurança de trabalho e engenheiro ambiental, recebe orientações e visitas periódicas dos órgãos da Vigilância Sanitária e Secretária do Meio do Ambiente da Prefeitura Municipal de Delfim Moreira.

Figura 16 - Funções dos funcionários do Laticínio B



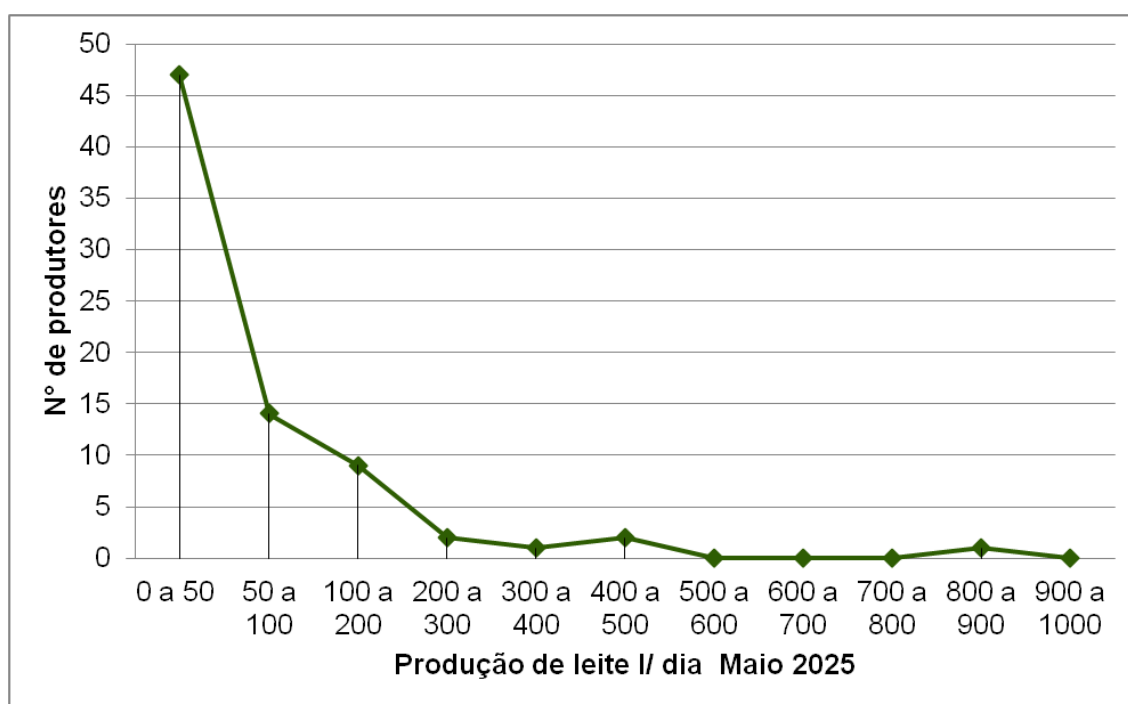
Fonte: Autoria própria (2025).

Em ambos os laticínios, os proprietários desempenham a função de gestor dos mesmos, sendo que, a proprietária B, além de gestora, atua também na entrega, análise e produção dos produtos. Cabe destacar que nos dois laticínios, os funcionários fazem rodízios entre as funções, nos casos de folga, férias, licença saúde e alguns funcionários desempenham mais de uma função.

Outro aspecto abordado foi o investimento no conhecimento dos funcionários, sendo feito no laticínio A, através de palestras e treinamentos com o consultor técnico, quando há mudanças no processo de inspeção, por exemplo. O que coincide com um dos pilares da sustentabilidade, a justiça social, esta que visa, a partir da geração de empregos e renda, treinamentos de funcionários e fornecedores, além da melhora substancial dos direitos e as condições de grandes massas da população (Damke et al., 2021). No caso do laticínio B, como é um laticínio com reduzida mão de obra, apenas a proprietária faz cursos e repassa aos outros dois funcionários que trabalham na produção dos produtos.

Com relação aos fornecedores de leite, o laticínio A possui no total 75 produtores, sendo que 16% dos produtores residem no município de Wenceslau Braz, contra 84% nas cidades vizinhas de Delfim Moreira, Itajubá e Maria da Fé. Esses produtores fornecem com variação nas épocas da entressafra e safra entre 6000 a 10000 litros de leite por dia. No entanto, o perfil dos produtores é versátil: *“Temos produtores desde 1000 litros até 5 litros, alguém quer vender leite pra gente e está na rota, tranquilo”* (Entrevistado A), como demonstrado na Figura 20. Assim, o acesso à tecnologia também é variável, o entrevistado A, estima que 50% dos fornecedores tenham acesso à tecnologia, como ordenha mecanizada, refrigeradores, testes rápidos para detectar mastite e a própria internet.

Figura 17 - Perfil de produção de leite dos fornecedores do Laticínio A



Fonte: Autoria própria (2025).

O laticínio A investe no conhecimento de seus produtores, através de palestras, cartilhas informativas como por exemplo: higiene da ordenha, visitas aos produtores, entre outras. Inclusive, no ano de 2023, foi realizado um ciclo de palestras em parceria com a Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá (FEPI), universidade vizinha, com o Sistema de Crédito Cooperativo (SICREDI) e o laticínio A. No entanto, o proprietário relatou a dificuldade em atrair os produtores:

A: "Olha é uma coisa extremamente importante (investir no conhecimento dos produtores), mas ao mesmo tempo extremamente difícil porque o produtor não tem tempo. Uma vez nós fizemos uma parceria aqui, FEPI, SICREDI e o laticínio, ofereci

o lanche, ofereci o espaço, mandamos carta para todo mundo, deu uma carga horária de mais ou menos 20 horas bem trabalhadas, no final teve um churrasco, foi legal, mas a dificuldade é atrair o público”.

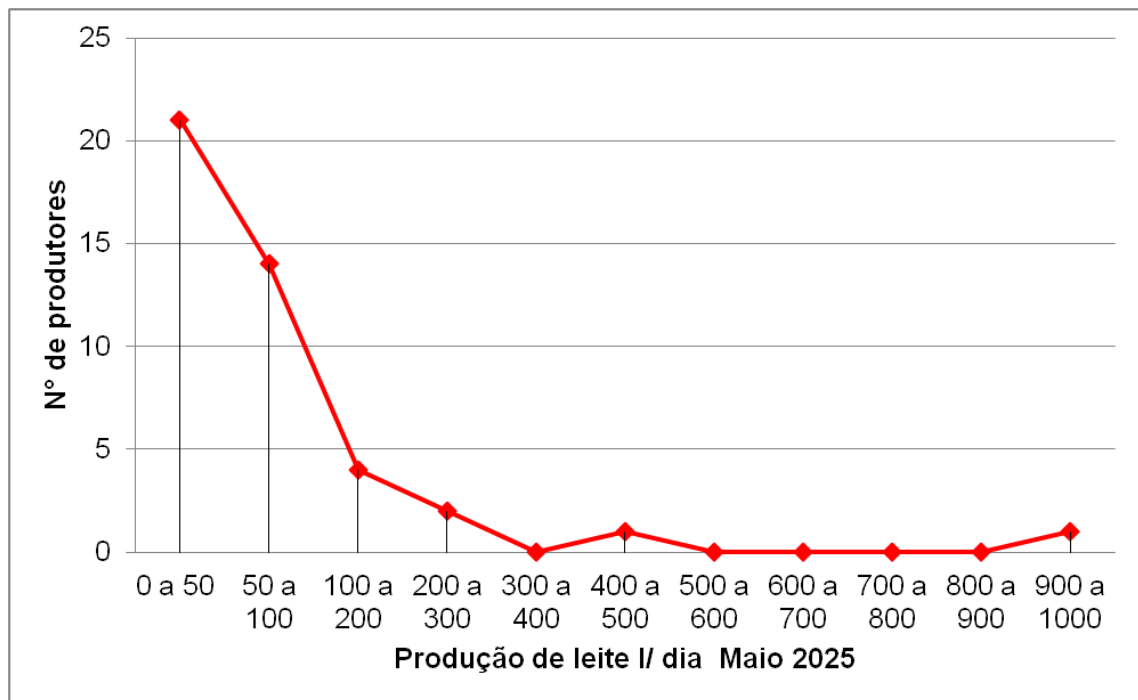
E uma preocupação levantada pelo entrevistado A, foi a sucessão familiar:

A: “E o que nós estamos preocupados, nós falamos entre os mais experientes e os mais novos, é com a sucessão familiar. Seu pai (produtor) já está com os filhos criados, mas e você e seu irmão? Vão seguir com a produção ou seguir outro caminho? E você tem que dedicar, porque hoje não tem mais espaço para amador, esse negócio que o seu avô fazia assim, seu avô viveu em 1930, 40, 50 [...] E essa preocupação já foi lá do sul e está chegando aqui agora, então o que vai acontecer? É o que já estou analisando, vou diminuir a minha capacidade para que eu possa ter só o meu leite aqui”.

Para a permanência dos jovens no campo, é sinalizado por Silva e Botelho (2016) a necessidade de acesso à recursos materiais e simbólicos, como a melhoria nas condições de infraestrutura, ampliação do acesso à energia, água, telefonia e internet, bem como a ampliação do acesso e da importância à políticas sociais, visto que, os jovens querem uma saída para ficarem no campo (Macedo, 2006 apud Silva; Botelho, 2016).

Já o laticínio B possui no total 43 produtores, em que 100% dos produtores residem no município de Delfim Moreira. Esses produtores fornecem com variação nas épocas da entressafra e safra entre 2000 a 3000 litros de leite/dia. No entanto, o perfil dos produtores também é versátil, produtores que fornecem desde 1000 litros até 20 litros, como demonstrado na Figura 21. Assim, o acesso à tecnologia também é variável, a entrevistada B, estima que apenas 25% dos fornecedores tenham acesso à tecnologia, como ordenha mecanizada, refrigeradores, testes rápidos para detectar mastite e a própria internet. Quanto ao investimento no conhecimento de seus fornecedores, o laticínio B, oferece visitas técnicas da médica veterinária aos produtores que necessitam.

Figura 18 - Perfil produção de leite dos fornecedores do Laticínio B



Fonte: Autoria própria (2025).

O laticínio A possui ampla variedade de produtos lácteos, produzindo queijos dos tipos: muçarela, nozinho e palito, minas padrão e frescal, montanhês e provolone. Além de iogurte, manteiga e doce de leite pastoso. Quanto ao laticínio B, este produz queijos dos tipos: muçarela, nozinho e palito, minas frescal, além de manteiga. Sendo um diferencial sua manteiga, produzida a partir do soro de leite, sem conservantes (Entrevistada B). Ambos os laticínios têm como critério para selecionar os compradores, clientes fiéis, que mantêm os compromissos em dia. Esses produtos são comercializados em supermercados locais, nos comércios locais, como padarias e mercearias, nos comércios intermunicipais participantes do CIMASP, além de compradores atacadistas que fazem revenda na região.

Com relação à indústria ter passado por alguma dificuldade ou modificação no ano de 2024, o entrevistado A relata: *“A dificuldade que tivemos foram os juros altos no país, teve a 5 e a 13 %. E você tem que estar buscando recurso para investimento, o processo é esse”*.

Já a entrevistada B relata duas situações, o investimento em maquinário e a predominância de homens na cadeia produtiva do leite:

“A modificação foi que eu tive que comprar equipamentos para agilizar o processo e acaba ficando caro, mas antes era necessário três pessoas para cortar toda massa de queijo durante 2h. Hoje com o maquinário, uma pessoa corta toda massa

em 15 minutos. E falando de uma dificuldade é que é um mundo (Cadeia produtiva do leite) de muitos homens, não tem mulher na área, eu tenho 43 fornecedores, nenhuma mulher, então eu trabalho com muitos homens, tenho uma certa resistência, o que não é muito fácil, mas eu me imponho, trabalho e mostro que sou capaz tanto quanto" (Entrevistada B).

Em média são processados 6.000 litros de leite por dia no laticínio A, no entanto, há variações ao longo do mesmo ano, chegando até 10.000 litros de leite/dia. Sendo, o leite captado por um caminhão tanque, dois caminhões-carroceria com cobertura, uma picape com cobertura e em alguns casos, o próprio produtor trás o leite em seu veículo particular. No caso do laticínio B, são processados em torno de 2000 litros de leite por dia e 1000 litros são vendidos a outro laticínio da região. O leite é captado por dois caminhões-carroceria com cobertura e em alguns casos, o próprio produtor trás o leite em seu veículo particular.

É realizado por todos os transportadores a medição do leite na propriedade e especialmente no caso do caminhão-tanque ao coletar o leite, o transportador realiza o teste do alizarol. Ao chegar no laticínio são mensurados o volume de leite e a temperatura, bem como realizado a análise de acidez titulável, índice crioscópico e o teste de antibiótico.

Nos dois casos a água utilizada tem origem de nascente. Sendo que, no laticínio A o controle da quantidade de água residual produzida diariamente é realizado pela estimativa da empresa ambiental prestadora de serviço. Já no laticínio B, esse controle é realizado a partir da estimativa do volume da caixa d'água presente no laticínio, em torno de 2000 litros de água por dia. Em ambos os laticínios não possui estação de tratamento de resíduos, mas recebem orientação para gestão de resíduos pela empresa contratada e pela Vigilância Sanitária e Secretária do Meio do Ambiente da Prefeitura Municipal de Delfim Moreira, respectivamente.

O leite é descartado nos dois laticínios quando apresenta antibiótico, acidez acima de 18°D e adição de água, sendo o destino dado ao leite condenado a devolução ao produtor. Retornando ao tópico do resíduo do soro de leite, em média são produzidos diariamente pelo laticínio A cerca de 5600 L, já no laticínio B em torno de 1600 L, lembrando que esses valores seguem a variação do leite na safra e entressafra.

Em ambos os casos, o soro é ofertado a produtores e fornecedores do laticínio para alimentação animal e possui alta procura, demonstrada em algumas falas dos

entrevistados “[...] e o soro, têm dias que até tem briga de soro aí, porque é pra porco, vaca, consomem bastante. Têm saída para 100% do soro de leite produzido, temos uma alta procura para alimentação animal” (Entrevistado A). “O soro produzido aqui não dá pra nada, rapidinho acaba, os produtores de suínos fazem até fila” (Entrevistada B). O que corrobora com Nunes *et al* (2018), que sinalizam a utilização do soro de leite para a alimentação animal. No entanto, os autores mencionam também o soro para a fabricação de queijos frescos, como a ricota e o cottage, porém, a produção entra em discordância com as perspectivas do desenvolvimento da economia circular, visto que, irá consumir mais energia e recursos financeiros, como, tanque para estocagem de soro, aumento do tempo de caldeira, entre outros.

Quando questionados sobre o conhecimento de iniciativas voltadas para o reaproveitamento do soro de leite, o entrevistado A já participou de um projeto entre uma universidade local, o laticínio e a Prefeitura Municipal de Itajubá, município vizinho a Wenceslau Braz para inclusão do soro de leite na merenda escolar:

A: “Em 2005 mais ou menos, surgiu um projeto da FEPI, um professor de lá levantou a questão do soro de leite na merenda escolar [...] Então criou-se um projeto, eu fui parceiro, pasteurizava o soro, não agredia o meio ambiente e o aproveitava como alimento. Escolheu-se algumas escolas e a FEPI acompanhava a aplicação do soro na merenda escolar (no bolo, arroz e no suco) [...] Dividiu-se em duas turmas, uma alimentada com soro e a outra alimentação normal e a nutricionista ia junto com a pediatra, acompanhando os alunos, pesando e avaliando o desempenho deles na escola e tal e teve um diferencial muito grande, o grupo do soro estavam mais saudáveis, ficando comprovado que ele (o soro) é benéfico e tal, mas o que aconteceu? As escolas passariam a assumir o compromisso, os processos, pasteurizar o soro. Soro elas iriam achar à vontade, de graça, mas as escolas não assumiram e acabou que um projeto legal, morreu”.

Já a entrevistada B, diz conhecer práticas para produção de queijos, manteiga e alimentação animal. Inclusive, no laticínio B, o soro de leite é utilizado como matéria-prima para a fabricação de manteiga: “É uma matéria-prima barata, acabo ganhando 100% e ainda, sustentável, não agride o meio ambiente” (Entrevistada B).

Apesar do conceito de EC não ser novo e partir de outros utilizados desde a década de 60, o conceito ganhou maior relevância na agenda internacional a partir da ação da Fundação Ellen MacArthur, em torno de 2010. Assim é necessário se apropriar do entendimento do entrevistado a respeito do tema, com o intuito de compreender como este significa tal economia, que possui como objetivo o

aproveitamento máximo do potencial de recursos utilizados em determinado processo produtivo, o que contribui para a redução da poluição, a necessidade de matéria-prima virgem, bem como a diminuição na geração de resíduos (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Diante dessa ambiência os entrevistados já ouviram falar sobre a economia circular, mas com outro nome, seguindo as mesmas práticas:

A: “Olha com esse nome não, mas eu sei, que hoje existe uma outra linha, por esse lado circular. Antigamente o soro era direto no rio, hoje não, você tem que dar um destino ao soro” [...] “E agora existe uma outra frente, está chegando aqui, mas já existe no mundo, que é você utilizar o soro de uma outra forma, o soro hoje não é mais um subproduto, ele virou um produto” [...] “Muitas empresas lá do sul, estão secando e fazendo soro em pó [...] Eu até já tive estudando e tal, mas fica caro para ser rentável isso aí, mas é um caminho legal”.

B: “Com esse nome não, mas dentro da sua explicação, eu conheço práticas e até já utilizamos no laticínio para produção de queijos, manteiga e alimentação animal”.

A EC é responsável por desenvolver técnicas inovadoras para a valorização dos resíduos, como é o caso do soro de leite. Transformando- o em produtos com valores agregados, minimizando a poluição e o desperdício (SOUMATI et al., 2023). Algumas das aplicações da economia circular na cadeia produtiva do leite: produção de biofertilizante e energia, produção de bioplástico, produção de ácido láctico, corretivo do solo, produção de queijo, bebida láctea e alimentação animal (Fortes; Nadae; Sánchez, 2023). O entrevistado A disponibiliza o soro de leite para produtores de bovinos e suínos e comercializa parte do soro com uma empresa da cidade vizinha de Itajubá, como matéria-prima para produção de pão de queijo. Já a entrevistada B, utiliza o soro de leite como matéria-prima para a fabricação de manteiga: “É uma matéria-prima barata, acabo ganhando 100% e ainda, sustentável, não agride o meio ambiente”.

Quando questionados sobre a probabilidade do laticínio em aderir uma prática circular, o entrevistado A demonstra alta receptividade, mas cita que a maior dificuldade seria o investimento e o cooperativismo entre as partes interessadas. Já a entrevistada B, demonstra receptividade em partes, contestando que ela tem fidelidade com os produtores que utilizam o soro de leite para alimentação animal “Utilizar o soro 100% não tem como, eu tenho produtores que dependem dele para alimentação animal e se eu parar de fornecer, vai encarecer demais a produção deles, alguns podem até fechar as portas”. Argumenta também que para a implementação das práticas circulares é necessário o investimento em conhecimento, estudo de

novas técnicas, bem como auxílio dos órgãos públicos na compra de maquinário específico e consultoria especializada. No entanto, o Plano Nacional de Economia Circular propõe estratégias para a transição do modelo econômico linear para a EC, das quais algumas podem ser utilizadas como possibilidades para as dificuldades relatadas, sendo apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Estratégias da ENEC como propostas para as dificuldades relatadas pelos entrevistados para a implementação das práticas circulares na reutilização do soro de leite

Barreiras para implementação de práticas de EC relatadas pelos entrevistados	Proposta da ENEC
<i>Investimento na compra de maquinários</i>	EIXO 4: Propor instrumentos financeiros de auxílio à Economia Circular 4.1. Propor mecanismos financeiros para apoiar a implementação e expansão de práticas de Economia Circular. 4.1.1. Propor critérios para financiamento de forma a: a) priorizar projetos que considerem os princípios da circularidade; b) oferecer suporte técnico a bancos e instituições financeiras para identificar projetos de EC. 4.1.4. Propor fontes de financiamento e linhas de crédito específicas para os setores que atuam com produtos e modelos de negócio circulares, reciclagem, compostagem e biodigestão. 4.2. Estimular compras públicas de bens e serviços circulares. 4.2.1. Propor diretrizes e critérios de circularidade para compras, contratos e aquisições públicas, incluindo práticas governamentais visando a redução e o reuso.
<i>Estudo de novas técnicas</i>	EIXO 2: Fomentar a inovação, a cultura, a educação e a geração de competências para reduzir, reutilizar e promover o redesenho circular da produção. 2.1. Criar programas de capacitação para empresas adotarem práticas circulares de produção e incentivarem o treinamento e a atualização de competências dos trabalhadores. 2.1.1. Ampliar a formação de técnicos capacitados em EC utilizando plataformas online de Universidades, Institutos Federais de Educação, abrangendo práticas de EC no currículo do jovem aprendiz. 2.2. Incentivar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação para a promoção da circularidade. 2.2.1. Lançar Chamadas Públicas para fomento a ICTs/empresas/associações/cooperativas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), relacionadas a diversas temáticas da EC. 2.3. Promover a cultura, a educação ambiental e o estímulo ao pensamento crítico e inovador para a circularidade. 2.3.2. Criar programas de incentivo à EC em todos os níveis de ensino para trabalhos de pesquisa relacionados a desenho

circular, inovação sistêmica, modelos de negócio circulares e sistemas regenerativos com editais, bolsas e financiamento.

EIXO 5: Promover a articulação interfederativa e o envolvimento de trabalhadoras e trabalhadores da Economia Circular.

5.1. Propor ações de incorporação de trabalhadoras e trabalhadores informais às cadeias de valor circulares.

5.1.2. Promover programas de capacitação profissional e educação continuada para trabalhadoras e trabalhadores da economia circular formais e informais.

Cooperativismo entre as partes interessadas

EIXO 1: Criar ambiente normativo e institucional favorável à EC

1.3. Promover a articulação com outras políticas públicas e compromissos internacionais.

1.3.5. Estabelecer critérios de desenho circular de produtos e insumos alimentícios para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

EIXO 2: Fomentar a inovação, a cultura, a educação e a geração de competências para reduzir, reutilizar e promover o redesenho circular da produção.

2.1. Criar programas de capacitação para empresas adotarem práticas circulares de produção e incentivarem o treinamento e a atualização de competências dos trabalhadores.

2.1.2. Desenvolver capacitações em Economia Circular para gestores e servidores públicos de todas as esferas.

2.2. Incentivar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação para a promoção da circularidade.

2.2.1. Lançar Chamadas Públicas para fomento a ICTs/empresas/associações/cooperativas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), relacionadas a diversas temáticas da Economia Circular.

2.2.2. Criar um programa nacional de simbiose industrial, regional ou urbana, facilitando a troca de recursos (coprodutos e subprodutos) entre empresas e setores, promovendo redes de circularidade e eficiência de recursos.

Fonte: Adaptado do Plano Nacional de Economia Circular (2025).

4.3. Proposta para implementação da EC na reutilização do soro de leite

A partir da análise das práticas circulares existentes na literatura, da verificação das possibilidades e dificuldades para a implementação da EC na reutilização do soro de leite em laticínios, bem como a caracterização do perfil econômico dos dois laticínios rurais estudados é sugerido que a prática que melhor se adapta a geografia e economia da microrregião é a produção de manteiga a partir do soro de leite. A discussão é ilustrada na Tabela 4.

Tabela 4 - Alternativas para a reutilização do soro de leite em laticínios

Prática Circular	Possibilidades	Dificuldades	Autor/ Ano
Tratamento aeróbico/ anaeróbico	Produção de biofertilizantes energia.	de e Dispendioso, utilizam coagulantes metálicos, geram alto volume de lodo com características indesejáveis, em discordância aos princípios da EC.	Cecconet <i>et al</i> (2018); Martinez - Burgo <i>et al</i> (2019); Muniz <i>et al</i> (2020); Stanchev <i>et al</i> (2020); Usmani <i>et al</i> (2022); Asunis <i>et al</i> (2020); Herbstritt <i>et al</i> (2023).
Produção de bioplástico	Alternativa aos plásticos à base de petróleo.	Alto custo de produção e elevado valor do substrato.	Reddy <i>et al</i> (2019); Meena <i>et al</i> (2020); Peydayesh <i>et al</i> (2021); Herbstritt <i>et al</i> (2023).
Produção de alimentos	Produção de queijos frescos.	Consumo de energia e recursos financeiros: tanque para estocagem de soro, aumento do tempo de caldeira.	Nunes <i>et al</i> (2018); Entrevistado A (2025).
Produção de ácido láctico	Substituição da glicose e sacarose.	Necessidade de mais estudos para teste de rendimento e produtividade, sem elevar custos.	Costa <i>et al</i> (2020).
Produção de manteiga	Substituição do leite pelo resíduo soro de leite, sem custos de obtenção.	Volume significativo de soro de leite desnatado.	Nascimento <i>et al</i> (2024).

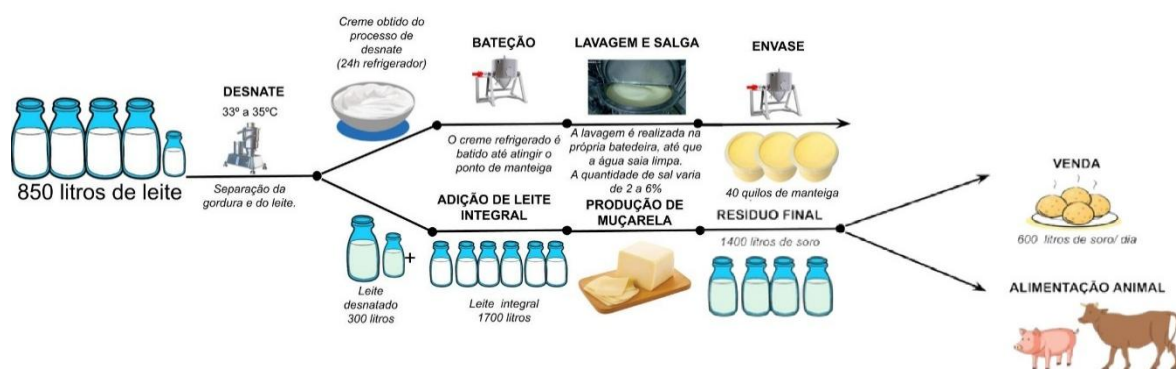
Fonte: Autoria própria (2025).

O processo para fabricação dos dois tipos de manteiga, consiste no desnate, bateção do creme, lavagem e salga da manteiga. Na etapa de desnate é utilizado a desnatadeira manual a temperaturas entre 33° e 35°, posteriormente, o creme obtido do processo de desnate é encaminhado ao refrigerador até atingir consistência ideal para o processo de bateção. Em seguida, o creme é batido em uma bateadeira de manteiga até dar o ponto. Para finalização do processo, a manteiga obtida é lavada e salgada para envasamento (Nascimento *et al.*, 2024). A manteiga proveniente do leite, a quantidade de sal a acrescentar varia de 2 a 6%, a porcentagem varia com a classificação da manteiga, se será de primeira ou segunda qualidade (Silva, F.T; 1996). No caso da manteiga fabricada com o soro de muçarela, o teor máximo de cloreto de sódio é de 3%, de acordo com a Instrução Normativa 128 (Brasil, 2000).

Nos dois laticínios de estudo, fabricam-se a manteiga, no entanto, no laticínio A, a manteiga é produzida com leite, a partir de 850 litros de leite, o que resulta na produção de 40 quilos de manteiga, o processo completo é ilustrado na Figura 22. Já

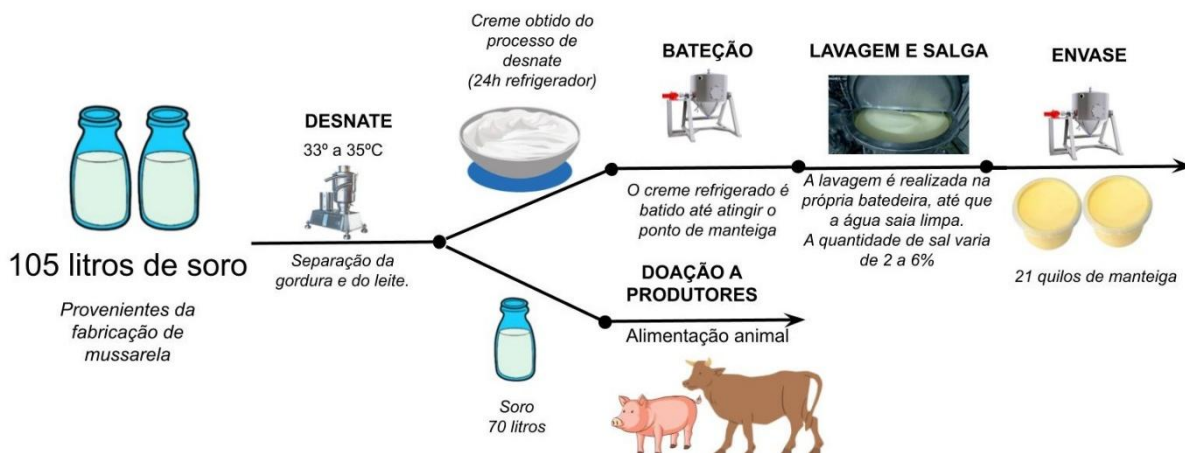
no laticínio B, a manteiga é produzida com o soro proveniente da fabricação da muçarela, utilizando em torno de 105 litros de soro para produção média de 21 quilos de manteiga, a produção é ilustrada na Figura 23. No laticínio A, a cada um litro de leite é produzido 47 gramas de manteiga, já no laticínio B, a cada um litro de soro de leite é produzido 200 gramas de manteiga. No entanto, não foram realizadas análises físico-químicas das amostras de manteiga de leite e manteiga de soro para comparar quantidades e a qualidade de proteína, umidade e gordura.

Figura 19 - Processo de produção de manteiga Laticínio A



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 20 - Processo de produção de manteiga Laticínio B



Fonte: Autoria própria (2025).

Calculando a quantia de leite utilizada pelo laticínio A e reaproveitada na forma de leite desnatado para produção de muçarela, o custo de produção de 40 quilos de manteiga redistribuídos em embalagens de 200 gramas foi em torno de R\$1375,00 e o lucro bruto foi de R\$ 3,12 por pote de manteiga, considerando o valor de venda de dez reais. Já no laticínio B, como a manteiga é produzida a partir do soro, o lucro bruto foi de 100%.

A produção de manteiga a partir do soro da fabricação de muçarela, seguindo os princípios da EC, possibilita o aproveitamento efetivo do valor nutricional do soro, gera receita ao produtor, novos empregos, em decorrência do aumento de uma linha de produção nos laticínios e principalmente, saúde ambiental, visto que, o soro de leite será reaproveitado ao invés de descartado no solo e em corpos d'água. Porém, segundo o estudo de Nascimento *et al* (2024), verificou-se que ao final do processamento da manteiga, o volume de soro desnatado ainda é expressivo. Sendo necessário, o estudo de outras formas para a destinação ou uso deste subproduto desnatado, como por exemplo na alimentação animal. Uma alternativa, executada pelo laticínio B é o fornecimento de soro de leite a produtores locais de suínos e bovinos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise bibliométrica é possível inferir que a EC relacionada ao sistema agroalimentar é um campo pouco explorado, visto que, apenas nos últimos seis anos as publicações nessa área aumentaram significativamente. Reforçando que ainda há muito a ser trabalhado, um estudo de Kilkis e Kilkis publicado em 2017, demonstra que uma transição no sistema educacional é um pré-requisito para uma sociedade mais sustentável. Sendo uma perspectiva futura as universidades transformarem-se em impulsionadoras para um mundo mais sustentável, a depender do grau de orientação que é fornecido em áreas como a economia circular.

A indústria láctea rural nas cidades de Wenceslau Braz e Delfim Moreira colabora com o desenvolvimento rural sustentável, visto que, promove crescimento econômico com impactos positivos para a sociedade e o meio ambiente. Em termos econômicos, gera emprego decente próximo a residência, promove a cultura dos produtos locais, garante ambiente de trabalho seguro, bem como a permanência da população no campo. No quesito social, o laticínio A investe na profissionalização de seus funcionários e produtores, através de parcerias com universidades e instituições financeiras locais. Já o laticínio B, devido a mão de obra reduzida, apenas a proprietária participa de treinamentos e repassa aos seus funcionários e aos produtores fornece a consultoria de uma médica veterinária. Adicionalmente, ambos os laticínios mantêm uma relação de cooperação com os produtores locais de suínos e bovinos, por meio da doação de parte do soro de leite gerado. Sendo apontado como uma dificuldade à implementação da economia circular a necessidade de interromper esse fornecimento, o que elevaria os custos de produção e poderia até mesmo levar ao encerramento das atividades.

Com relação ao meio ambiente, os dois entrevistados relataram a adoção de práticas mais sustentáveis nas linhas de produção, como a gestão racional da água, alternativas para a reciclagem do soro de leite, além da busca por orientações e visitas da Vigilância Sanitária, Secretária do Meio Ambiente ou de um consultor técnico para o cumprimento de regulamentações e legislações, visando proteção ao meio ambiente e qualidade de vida a comunidade local.

No entanto, uma dificuldade para a implementação da EC na cadeia produtiva do leite relatada pelos entrevistados é o investimento na compra de maquinários, visto que, as tecnologias para a reutilização e reciclagem do soro, não são adaptadas a

pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico, sendo necessário o incentivo a formalização e crescimento das micro e pequenas empresas, por meio do acesso a serviços financeiros, investimentos em pesquisas e desenvolvimento. Outro ponto relatado foi o cooperativismo entre as partes interessadas, através da articulação com políticas públicas já consolidadas, programas de capacitação para servidores de diversas esferas, bem como, a criação de redes de circularidade entre empresas e setores.

Apesar do termo de EC ser pouco difundido na cadeia produtiva do leite, os laticínios já executam algumas práticas de economia circular, como a doação do soro de leite para alimentação animal, o que diminui o custo na produção animal. Além da utilização do soro de leite como matéria-prima para produção de manteiga pelo laticínio B e pela revenda do laticínio A para a produção de pão de queijo.

Considerando os impactos ambientais, sociais e econômicos, a fabricação da manteiga a base de soro de leite, torna-se viável para produtores de baixo poder econômico, visto que, é uma alternativa para a destinação do soro, pois evita a poluição ambiental, gera renda extra e empregos, além da utilização de um maquinário simples e comum nas instalações de laticínio.

O problema norteador deste estudo foi: Como implementar as práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas agroindústrias da microrregião de Itajubá? A resposta para essa pergunta permeia entre o desenvolvimento de soluções adaptadas à geografia, economia e políticas locais, além do cooperativismo entre as partes interessadas (Estado, empresas e universidades). Através da execução da Estratégia Nacional de Economia Circular, bem como investimentos em pesquisas, atualizações legislativas e principalmente, incentivos governamentais para a promoção de um sistema agroalimentar mais sustentável.

Apesar do caráter local e da pesquisa se limitar a dois laticínios, o trabalho contribuiu no âmbito acadêmico para a identificação das melhores práticas para reutilização do soro de leite em pequenos laticínios, bem como da criação de um roteiro de entrevista que poderá ser replicado em outras cidades da microrregião. Os estudos futuros devem ser aprofundados sobre a legislação existente, o custo das práticas de gestão disponíveis somado a cooperação entre indivíduos, empresas e nações para o setor produzir com mais eficiência, melhorar a comercialização e

agregar valor aos produtos, associadas às tendências relacionadas à segurança dos alimentos, saudabilidade, meio ambiente e responsabilidade social, temas que precisam estar na agenda do setor, a fim da promoção de um sistema agroalimentar mais sustentável que adote os conceitos de economia circular. O Brasil tem potencial enorme na direção de modelo de desenvolvimento sustentável, com a agricultura de baixo carbono e produção de alimentos para abastecer grande parte da população mundial (EMBRAPA, 2021).

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Alberto. O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: editora Elefante, 2015.

ALMEIDA, M.P.G, et al. "Got Whey? Sustainability Endpoints for the Dairy Industry through Resource Biorecovery". *Fermentation*, vol. 9, no 10, outubro de 2023, p. 897.

ASSIS, R.L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: Perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Revista Economia Aplicada*, n.10, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

ASUNIS, F. et al. The Dairy Biorefinery: Integrating Treatment Processes for Cheese Whey Valorisation. *Journal of Environmental Management*, vol. 276, 111240, 2020.

BAGLI, P. Rural e urbano: harmonia e conflito na cadência da contradição. In: SPOSITO, M.E.B; WHITACKER, A.M (Org). *Cidade e campo: relações e contradições entre urbano e rural*. São Paulo: Expressão Popular, 2006.

BARBOSA, A.L; SILVA, F.R; COSTA, A. Uso de Resíduos da Indústria de Laticínios na Agricultura: Desenvolvimento e Crescimento Inicial da Cultura do Milho. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal, Rio Grande do Norte, 2015.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROS, G.S.C. *Agronegócio: Conceito e Evolução*. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), Esalq, USP, 2022.

BONDI, G, et al. "Potential of Lacto-Gypsum as an Amendment to Build Soil Quality". *Frontiers in Sustainability*, vol. 1, fevereiro de 2021, p. 625727.

BONI,V; QUARESMA, S.J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC Vol. 2 nº 1 (3), p. 68-80, janeiro-julho/2005.

BRASIL. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, 1995.

BRASIL. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Perfil dos municípios brasileiros, meio ambiente. Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Perfil dos municípios brasileiros, meio ambiente. Rio de Janeiro, 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Diário Oficial da União, 16 mai. 2011. Seção 1, p. 89.

BRASIL. Decreto nº 12.082, de 27 de Junho de 2024. Estratégia Nacional de Economia Circular. Diário Oficial da União, seção 1, página 9. Brasília, 27 de Junho de 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Estabelece os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. Instrução Normativa nº 53, 25 de agosto de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Estabelece Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTQI) de creme de leite. Resolução nº4, instrução normativa nº128, de 5 de julho de 2000.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Plano Nacional de Economia Circular. 03 de Junho de 2025.

CAMPOS, C.J.G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para análise de dados qualitativos no campo da saúde. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, 2004.

CARVALHO, M.M.; FLEURY, A; LOPES, A.P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technological Forecasting & Social Change* v. 80, n.7, p.1418–1437, 2013.

CARVALHO, A.C; CASTRO, A.C; MENDONÇA, M.S (Org). *Desenvolvimento Rural Sustentável: Pesquisas emergentes no contexto da Agricultura e Agroindústria*. 1ª Ed, Editora Científica Digital: Guarujá, São Paulo, 2021.

CECCONET, D. et al. Agro-Food Industry Wastewater Treatment with Microbial Fuel Cells: Energetic Recovery Issues. *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 43, no 1, p. 500–511, 2018.

CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. PIB DO AGRONEGÓCIO 2022: Após alcançar patamar recorde em 2021, PIB do Agronegócio recua 4,22% em 2022, 17 de Março de 2023.

COSTA, S. et al. Fermentation as a Strategy for Bio-Transforming Waste into Resources: Lactic Acid Production from Agri-Food Residues. *Fermentation*, vol. 7, no 1, 2020.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. “Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável”. In: Vela, Hugo. (Org.): *Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul*. Santa Maria: Editora da UFSM/Pallotti, 2003. p.157-194.

DAMKE, L.I, et al. “Sustainable Management Practices and Innovation Capacity in Family Agribusinesses”. *Environmental Quality Management*, vol. 30, no 4, junho de 2021, p. 5–20. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1002/tqem.21724>.

DE PAULA, L. et al. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.9, p.931-939, Campina Grande, 2011.

DOWBOR, L. O que é poder local? Imperatriz, MA: Ética, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – EMF. O que é uma economia circular?
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>. Acesso em: 17/07/2025.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION - EMF. Rumo à Economia Circular: O racional de negócio para acelerar a transição, 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – EMF. The butterfly diagram: visualising the circular economy, 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION - EMF. Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial, 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – EMF. The biological cycle of the butterfly diagram, 2022a.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – EMF. The technical cycle of the butterfly diagram, 2022b.

EMBRAPA. Anuário do leite: Saúde única e total. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2021.

EMBRAPA. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Circular Técnica 123, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2020.

EMBRAPA. EMBRAPA. Produção de biogás a partir de dejetos da pecuária leiteira. Circular Técnica Panorama do Leite. Juiz de Fora, Minas Gerais, 2015.

ESQUÍVEL, J.M.S.J.B. Cidades Circulares: Contributos da Economia Circular no Desenvolvimento Urbano Sustentável. Dissertação de Mestrado em Urbanismo Sustentável e Ordenamento de Território. Universidade Nova de Lisboa, 2019.

FORTES, A.P.R; NADAE, J; SANCHÉZ, J.A.G. CIRCULARIDADE DOS RESÍDUOS DA CADEIA DO LEITE: UMA ABORDAGEM BIBLIOMÉTRICA. XLIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza, 2023.

FOUREZ, Gérard. A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência. São Paulo. Ed. Unesp, 1995.

GIL, A.C. Métodos e técnicas em pesquisa social. 6ª Ed, São Paulos: Atlas, 2010.

GUEDES, V.L.S; BORSCHIVER, S. A BIBLIOMETRIA E A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: uma revisão da literatura. PontodeAcesso, V.6, n.2, p.74–109, 2012.

GUIMARÃES, A.B.S; CARVALHO, K.C.M; PAIXÃO, L.A.R. Micro, pequenas e médias empresas: conceitos e estatísticas. Radar, v.55, 2018.

GUIMARÃES, A.J.R; MOREIRA, P.S.C; BEZERRA, C.A. Modelos de inovação: análise bibliométrica da produção científica. Brazilian Journal of Informations Science: research trends, v.15, Maio de 2021.

HAYNES, S.N., et al. Content validity in psychological assessment: a functional approach to concepts and methods. Psychological Assessment, v.7, n.3, p. 238-247, 1995.

HENARES, J.F. Caracterização do Efluente de Laticínio: Análise e proposta de tratamento. Monografia (Curso Superior de Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2015.

HERBSTTRITT, S.M., et al. “Waste to Worth: A Case Study of the Biogas Circular Economy in Pennsylvania”. Journal of the ASABE, vol. 66, no 3, 2023, p. 771–87.

KOSSEVA, M. R. "Management and Processing of Food Wastes". *Comprehensive Biotechnology*, Elsevier, 2009, p. 557–93. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00393-7>.

KILKIS, S; KILKIS, B. Integrated Circular Economy and Education Model to Address Aspects of an EnergyWater-Food Nexus in a Dairy Facility and Local Contexts. *Journal of Cleaner Production*, vol. 167, p. 1084– 1098, 2017.

KONDALA, M, et al. "Moving towards a sustainable world with the circular economy practices concerning the SMEs in Visakhapatnam's ice-cream industry". *Journal of Autonomous Intelligence*, vol. 6, no 1, junho de 2023, p. 676.

KRÜGER, C. et al. FAMILY SUCCESSION IN RURAL ACTIVITY: ABSORPTION CAPACITIES AND RURAL ACCOUNTING . *Revista de Gestão Estratégica de Organizações Santo Ângelo* | v. 10 | n. 2 | p. 127-149 | jul./dez. 2022.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M.A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. Ed. Editora Atlas. São Paulo, 2003.

LATIF, A, et al. "Circular Economy Concept at the Micro-Level: A Case Study of Taruna Mukti Farmer Group, Bandung Regency, West Java, Indonesia". *Agriculture*, vol. 13, no 3, fevereiro de 2023, p. 539.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, vol.1, n.2, Portugal, 2015.

LENCASTRE, K. G. S. S. MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO DE SORO DE QUEIJO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE ETANOL. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

MAIA, A.G; BUIANAIN, A.M. O novo mapa da população rural brasileira. *Revista Franco- brasileira de Geografia*, ed 2015, n. 25. <https://doi.org/10.4000/confins.10548>.

MARTINEZ-BURGOS. et al. Agro-Industrial Wastewater in a Circular Economy: Characteristics, Impacts and Applications for Bioenergy and Biochemicals. Bioresource Technology, vol. 341, 125795, 2021.

MEENA, R.A.A. et al. Biohythane Production from Food Processing Wastes – Challenges and Perspectives. Bioresource Technology, vol. 298, 122449, 2020.

MELLO, A.S; DOMINGOS, B; INCROCCI, L. O processo de construção de uma pesquisa interdisciplinar: simetria e conceitos nômades. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 10, n. 3, Taubaté, 2014, p. 27-43.

MENDES, I.V.S. et al. Economia circular em sistemas produtivos: uma revisão de literatura. III Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação. São Paulo, 2020.

MIGUEL, P.A.C (Org). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier:ABEPRO, 2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. 2ª Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário, Brasília, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agenda 21. <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21.html>. Acesso em: 24/01/2024.

MORIOKA, S.N; CARVALHO, M.M. Discutindo sustentabilidade no contexto de negócios e em relatórios de desempenho: análise de estudos de caso brasileiros. Revista Gestão & Produção, v.24, n.3, p. 514-525, São Carlos: São Paulo, 2017.

MUNIZ, G.L. et al. Performance of Natural Coagulants Obtained from Agro-Industrial Wastes in Dairy Wastewater Treatment Using Dissolved Air Flotation. Journal of Water Process Engineering, vol. 37, p. 101453, 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de desenvolvimento sustentável. <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21.html>. Acesso em: 24/01/2024.

NASCIMENTO, C.A., PINHO, A.F. Análise da importância da capacitação e formação básica dos gestores na utilização de um sistema de apoio à decisão: um estudo de caso múltiplo. Programa de pós-graduação em desenvolvimento, tecnologias e sociedade, Universidade Federal de Itajubá, 2016.

NASCIMENTO, H.A. *et al.* Utilização do soro do leite para a produção de manteiga. REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA, Curitiba, v.22, n.3, p. 01-11. 2024.

NUNES, L.A. *et al.* O soro do leite, seus principais tratamentos e meios de valorização. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.11, n.1, p.301-326, jan/mar, Maringá: Paraná, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO: Brasília, 1995.

PAUL, Patrick. Pensamento Complexo e interdisciplinaridade: abertura para a mudança de paradigma? IN: PHILIPPI Jr, A.; SILVA NETO, A. J. Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia & inovação. Barueri, SP: Manole, 2011. (p. 229-259).

PEYDAYESH, M, *et al.* “Sustainable Bioplastics from Amyloid Fibril-Biodegradable Polymer Blends”. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, vol. 9, no 35, setembro de 2021, p. 11916–26.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DELFIM MOREIRA. História de Delfim Moreira. <https://www.delfimmoreira.mg.gov.br/portal/servicos/1001/historia/>. Acesso em: 17/07/2025.

PROCHNOW, D.A, et al. Êxodo rural e sucessão geracional na região Sul do Brasil: uma análise da experiência do município de Coronel Bicaco/RS. Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat. v.19, n.3, jul./set, Taquara: Rio Grande do Sul, 2022.

REDDY, M. et al. Bacterial Conversion of Waste into Polyhydroxybutyrate (PHB): A New Approach of BioCircular Economy for Treating Waste and Energy Generation. Bioresource Technology Reports, vol. 7, 100246, 2019.

REGUENGO, L.M. et al. Agro-Industrial by-Products: Valuable Sources of Bioactive Compounds. Food Research International, vol. 152, 110871, 2022.

RIBEIRO, G.F; Et al. Elaboração de um questionário de pesquisa: Validação com especialistas e estudo com coeficiente Alfa de Cronbach – aplicação no Sistema Brasileiro de Franquias para classificação de métodos de previsão de demanda para novos produtos. Revista Produto & Produção, v.22, n.3, p. 38-68, 2021.

SACHS, I. Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SCHOINA, V. et al. Enhanced Aromatic Profile and Functionality of Cheese Whey Beverages by Incorporation of Probiotic Cells Immobilized on Pistacia Terebinthus Resin. Foods, vol. 9, no 1, 2019.

SECRETÁRIA DE CULTURA E TURISMO DO MUNICÍPIO DE WENCESLAU BRAZ. História do Município de Wenceslau Braz. <https://www.wenceslaubraz.mg.leg.br/historia-de-wenceslau-braz>. Acesso em: 22/01/2024.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Confira as diferenças entre micro empresa, pequena empresa e MEI, 2022. <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/entenda-as-diferencas-entre->

microempresa-pequena-empresa-e-

mei,03f5438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD. Acesso em: 16/02/2024.

SILVA, A.H., FOSSÁ, M.I.T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. Qualit@s revista eletrônica, v.17,n.1, Paraná, 2015.

SILVA, D.E.S., RESENDE, M.L., PIMENTA, C.A.M. Desenvolvimento local: Alternativas para geração de renda e preservação ambiental em pequenas propriedades rurais. Dissertação do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento, Tecnologias e Desenvolvimento da Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2015.

SILVA, E.R.A; BOTELHO, R.U (Org). Dimensões da Experiência Juvenil Brasileira e Novos Desafios às Políticas Públicas. Brasília: IPEA, 2016.

SILVA. F. T. Manual de produção de manteiga. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 1996, 16 p.

SILVA, R. de O. P. e. Panorama do Mercado de Leite em 2023. Análises e Indicadores do Agronegócio, São Paulo, v. 18, n. 8, p. 1-7, ago. 2023.

SOUMATI, B, et al. “Whey Valorization – Innovative Strategies for Sustainable Development and Value-Added Product Creation”. Journal of Ecological Engineering, vol. 24, no 10, outubro de 2023, p. 86–104.

STANCHEV, P. et al. Multilevel Environmental Assessment of the Anaerobic Treatment of Dairy Processing Effluents in the Context of Circular Economy. Journal of Cleaner Production, vol. 261, 121139, 2020.

UNITED NATIONS. Report of the World Commission on Environment and Development Our Common Future , Oslo, 20 March 1987.

USMANI, Z. et al. Valorization of Dairy Waste and By-Products through Microbial Bioprocesses. *Bioresource Technology*, vol. 346, 126444, 2022.

VIANA, G; FERRAS, R.P.R. A cadeia produtiva do leite: Um estudo sobre a organização da cadeia e sua importância para o desenvolvimento regional. *Revista Capital Científico*, v.5, n.1, p.23-40, jan/dez, Guarapuava: Paraná, 2007.

VIEIRA, L.F. Agricultura e Agroindústria Familiar in *Revista de Política Agrícola*. Ano VII (01), jan-mar 1998.

WEETMAN. *Economia Circular: Conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa*. Autêntica Business, São Paulo, 2019.

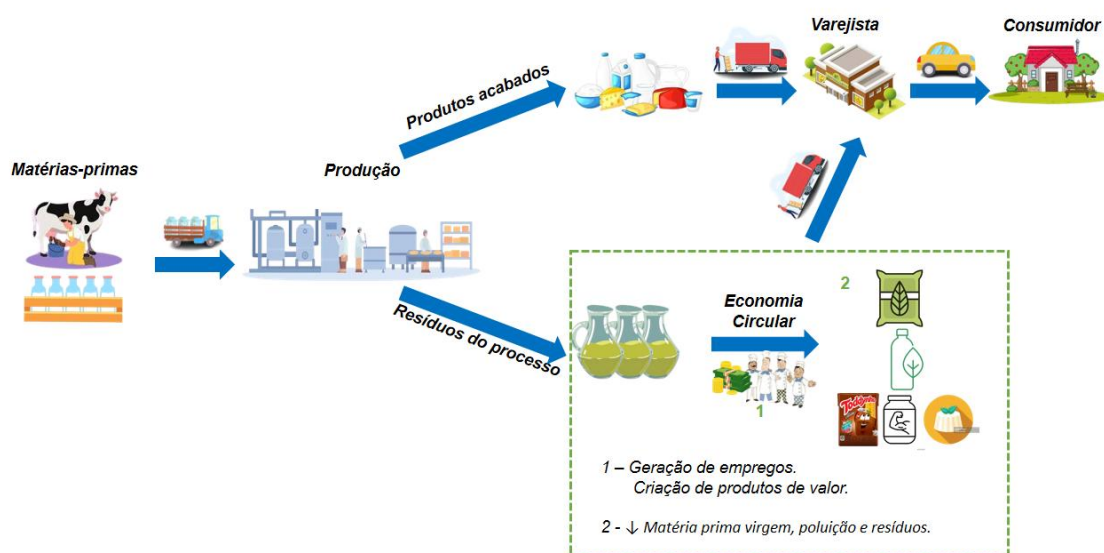
YIN, R. *Estudo de caso. Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A

Entrevista – Percepção de proprietários de laticínios rurais frente à questão ambiental e tratamentos de resíduos de soro de leite em pequenas empresas da Microrregião de Itajubá

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: ECONOMIA CIRCULAR E REUTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE EM PEQUENAS EMPRESAS

Figura – Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite



Fonte: Adaptado de Weetman (2019, p.358).

Problema de Pesquisa

Como implementar as práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas agroindústrias da microrregião de Itajubá?

Objetivo Geral

Propor a implementação das práticas circulares para reutilização do soro de leite em pequenas empresas da Microrregião de Itajubá.

Objetivos Específicos

- a - Analisar a influência da indústria láctea rural nos aspectos econômicos, sociais e ambientais para o desenvolvimento rural sustentável;
- b - Analisar as práticas circulares existentes na cadeia produtiva do leite;
- c - Verificar as possibilidades e dificuldades para a implementação da economia circular na cadeia do leite; e
- d - Analisar as implicações das práticas de EC para o desenvolvimento rural sustentável.

Nome:

Data: ____/____/____ Início: _____ Término: _____

Local da entrevista:

Idade: _____ Gênero: () Feminino () Masculino () Outros: _____

Local em que mora:

Escolaridade:

Profissão:

Renda familiar (em salários mínimos): () 1-3 () 4-5 () 6-8 () 9-11 () +11

Quantas pessoas moram na mesma casa: _____

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O LATICÍNIO:

Nome do laticínio:

Localização do laticínio:

Ano de fundação:

Tamanho da planta:

Propriedade: () Arrendada () Própria

Quais são as instalações presentes no laticínio? E os respectivos equipamentos presentes em cada uma das instalações.

O laticínio possui programas de autocontrole (PACS)?
() Sim () Não. Por quê? _____

Em caso positivo, qual (is)?

Motivação para a abertura da Agroindústria:

INFORMAÇÕES SOBRE O USO DA ÁGUA E A GESTÃO DE RESÍDUOS:

Qual a origem da água utilizada no laticínio?
() Nascente () Poços artesianos () Outras: _____

O laticínio possui estação de tratamento de efluentes?
() Sim () Não. Por quê? _____

Em caso positivo, qual tratamento é utilizado?

Você faz o controle da quantidade de água residual produzida diariamente pelo laticínio? (Água da lavagem de utensílios, fábrica, etc).

() Sim () Não. Por quê? _____

Em qual (is) caso (s) é descartado o leite?

Quais são os resíduos gerados no processamento do leite?

Em casos em que há a condenação do leite (Resíduos antibióticos, leite instável não ácido, leite ácido, etc) qual destino é dado pelo laticínio?

Em média quantos litros de soro de leite são produzidos diariamente?

() 400 L () 800- 2400 L () 4000- 5600 L () $\pm$ 8000 L () Outro: _____

Qual o destino do soro de leite?

() Alimentação animal () Venda () Produção de queijos/ bebida láctea

() Outro: _____

Você recebe algum tipo de apoio ou orientação para a gestão de resíduos?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual?

Você conhece alguma iniciativa voltada para o reaproveitamento do soro de leite?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual?

Você já ouviu falar em “Economia Circular”?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual sua opinião?

Em caso negativo: A economia circular desenvolve técnicas inovadoras para a valorização de resíduos, como é o caso do soro de leite. Transformando-o em produtos com valores agregados, minimizando a poluição e o desperdício. Além de que, abraça produtores com acesso limitado a tecnologias dispendiosas, a partir de parceria com universidades (promoção de eventos, projetos, etc) e desenvolve soluções adaptadas à geografia, economia e políticas locais, a partir da cooperativismo entre as partes interessadas (Produtores, gestores, extensionistas, etc).

Algumas aplicações da economia circular na cadeia produtiva do leite: Produção de biofertilizantes e energia, produção de bioplástico para embalagens, produção de ácido láctico (venda para indústrias alimentícias e farmacêuticas), corretivo de solo, produção de queijo, bebida láctea, etc.

Das aplicações da EC citadas no item anterior, você pratica alguma?

() Sim () Não. Por quê?

Em caso positivo, o que te levou a aderir a essa prática?

Ainda de acordo com a questão anterior, você teve dificuldades na implementação da(s) prática(s) ?

() Sim () Não

Em caso positivo, quais?

Qual a probabilidade do laticínio aderir a uma prática circular?
() 0 () 1- 5 () 6- 8 () 9 – 10
Por quê?

O que você pensa ser a chave para o sucesso na implementação da Economia Circular na cadeia produtiva do leite?

Quais seriam os pontos que dificultam a implementação da Economia Circular na cadeia produtiva do leite?

A introdução de práticas de Economia Circular na cadeia produtiva de laticínios pode gerar novos empregos? Se sim, qual o impacto na gestão de resíduos e na geração de renda?

Informações sobre funcionários:

Número de funcionários:

Qual a porcentagem de funcionários que moram próximo ao laticínio?

() 25% () 50% () 75% () 100% () Outros: _____

Número de funcionários que residem em outros municípios: _____

Possui algum parentesco com os funcionários?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual? _____

Entre os funcionários existem parentesco?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual? _____

Qual a faixa etária dos trabalhadores do laticínio? (E as respectivas quantidades).

____ () ≤18 ____ () 18-24 ____ () 25-29 ____ () 30 – 36 ____ () 37-45
____ () 46 – 60 ____ () +60

Quais as funções dos funcionários? (E as respectivas quantidades)

____ () Transportador de leite ____ () Entregador dos produtos

___ () Análise do leite ___ () Produção ___ () Médico Veterinário

___ () Consultor Técnico ___ () Administrador

___ () Outras: _____

Você desempenha alguma função dentro do laticínio?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual? _____

O laticínio investe no conhecimento de seus funcionários? (Cursos sobre tecnologias, boas práticas de fabricação, treinamentos, etc)

() Sim () Não

Em caso positivo, como?

Informações sobre produtores:

Número de produtores:

Quantos produtores residem no município do laticínio?

Quantos produtores residem em outros municípios?

Como é calculado o valor do litro de leite pago ao produtor?

Qual a porcentagem de produtores com acesso à tecnologia? (Ordenha mecanizada, refrigeradores, tecnologias reprodutivas, etc).

() 25% () 50% () 75% () 100%

No caso dos produtores com acesso à tecnologias, quais são utilizadas?

O laticínio investe no conhecimento de seus produtores? (Realização de dia de campo, parcerias com universidades vizinhas e prefeituras, visitas técnicas, etc).

() Sim () Não. Por quê? _____

Em caso positivo, como?

Informações sobre manufaturas e receita econômica:

Quais são as manufaturas produzidas pelo laticínio?

() Queijo. Quais os tipos? _____

() Bebidas. Quais os tipos? _____

() Requeijão, manteiga.

() Outros: _____

Qual o tipo de veículo em que os produtos são entregues?

Em quais estabelecimentos os produtos acabados são comercializados?

() Supermercados locais () Comércio locais: _____

() Comércio intermunicipal () Comércio Interestadual

() Outros: _____

Qual o critério utilizado para selecionar o comprador de seu produto acabado?

Você já participou de algum evento relacionado ao leite?

() Sim. Qual (is)? _____ () Não

Ainda de acordo com a pergunta anterior, o (s) evento (s) foi promovido por qual (is) instituição (ões)?

Faturamento anual da indústria: _____

Empresa fornecedora de embalagens: _____

No ano de 2023 a agroindústria passou por alguma dificuldade ou modificação?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual (is):

Informações sobre a captação e processamento do leite:

Em média quantos litros de leite são processados diariamente?

() Até 500 L () 1000 – 3000 L () 5000 – 7000 L () $\pm$ 10000 L () Outro: _____

Qual o tipo de veículo em que o leite é captado?

() Caminhão – tanque () Caminhão – carroceria sem cobertura

() Caminhão – carroceria com cobertura () Outros: _____

Ao coletar o leite é realizado algum teste pelo transportador?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual (is)?

Ao chegar no laticínio é realizado algum teste no leite?

() Sim () Não

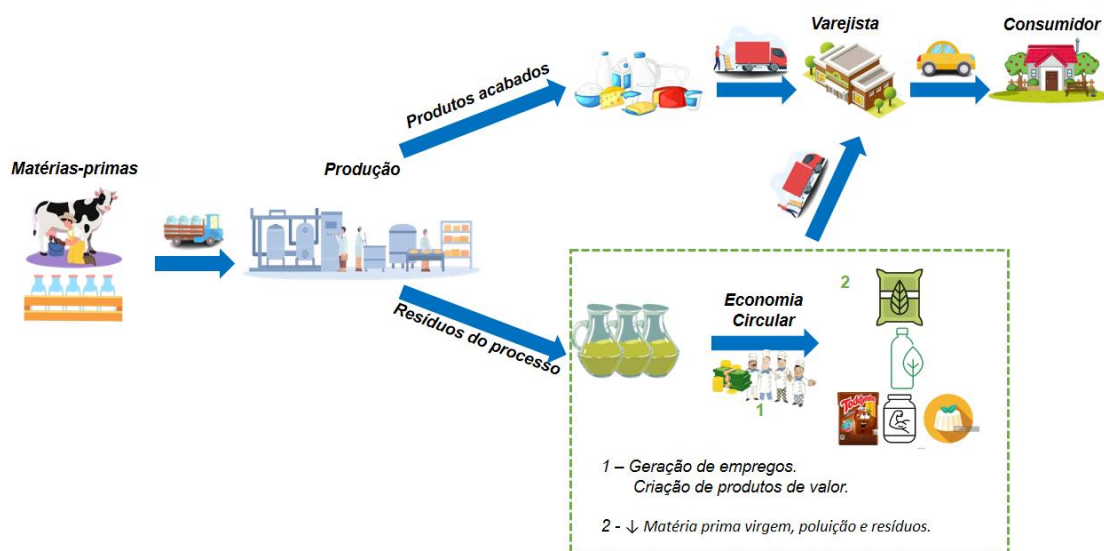
Em caso positivo, qual(is)?

APÊNDICE B

TERMO DE VALIDAÇÃO DO ROTEIRO DE ENTREVISTA (APÊNDICE A) POR ESPECIALISTAS

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: ECONOMIA CIRCULAR E REUTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE EM PEQUENAS EMPRESAS

Figura – Práticas da economia circular na cadeia produtiva do leite



Fonte: Adaptado de Weetman (2019, p.358).

Problema de Pesquisa

Como a economia circular na cadeia produtiva do leite pode contribuir para o desenvolvimento rural do Sul de Minas Gerais?

Objetivo Geral

Propor a implementação das práticas circulares para reutilização do soro de leite e avaliar as suas implicações para o desenvolvimento rural sustentável de pequenas empresas da Microrregião de Itajubá.

Objetivos Específicos

- a - Analisar a influência da indústria láctea rural nos aspectos econômicos, sociais e ambientais da região;
- b - Analisar as práticas circulares existentes na cadeia produtiva do leite; e
- c - Verificar as possibilidades e dificuldades para a implementação da economia circular na cadeia do leite; e
- d - Analisar as implicações das práticas de EC para o desenvolvimento rural sustentável.

Sua participação é de extrema importância para os resultados da pesquisa!

Desde já agradecemos sua participação e colaboração!

Adote a seguinte escala para avaliação:

1. Ruim
 2. Regular
 3. Bom
 4. Ótimo
 5. Excelente
-

1- Como o roteiro de entrevista classifica-se em relação à introdução? (Apresentação dos pesquisadores, objetivos da pesquisa, introdução do tema, etc).

2- Como o roteiro de entrevista classifica-se em relação à relevância das questões?

3- Como o roteiro de entrevista classifica-se em relação à divisão dos blocos das questões (informações gerais do laticínio, informações sobre funcionários, informações sobre gestão de resíduos, etc).

4- Como o roteiro de entrevista classifica-se em relação à ordem das questões?

5- No roteiro de entrevista foram inseridas somente questões relacionadas ao problema de pesquisa?

6- O roteiro de entrevista representa o fenômeno que está sendo estudado?

7- O roteiro de entrevista contempla questão (ões) ambígua(s)?

() Extremamente provável () Muito provável () Nem provável, nem improvável
() Improvável () Extremamente improvável

8- Considerando que os respondentes sejam proprietários de laticínios, existe a possibilidade deles não compreenderem as questões?

() Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Nem concordo, nem discordo () Concordo parcialmente () Concordo totalmente

9- O roteiro de entrevista contempla questão (ões) redundante (s) ou desnecessária (s)?

() Sim () Não

Em caso positivo, qual (is)?

10- As informações disponíveis no roteiro de entrevista são suficientes para facilitar o entendimento do respondente?

() Sim () Não. Por quê?

11- Em termos de conteúdo, o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA apresenta-se satisfatoriamente confiável e consistente?

() Sim () Não. Por quê?

12- Em termos de aplicabilidade, o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA apresenta-se satisfatoriamente confiável e consistente?

() Sim () Não. Por quê?

13- Caso tenha sugestão de questão (ões) não contemplada (s) no roteiro, registre-a (s) aqui:

14- De modo geral, existe (m) falha (s) no roteiro de entrevista?

() Sim () Não

Em caso positivo, registre aqui:

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/ sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro () Está apto para ser aplicado

_____, ____ de _____ de 2024

Adaptado de: RIBEIRO, G.F; Et al. Elaboração de um questionário de pesquisa: Validação com especialistas e estudo com coeficiente Alfa de Cronbach – aplicação no Sistema Brasileiro de Franquias para classificação de métodos de previsão de demanda para novos produtos. Revista Produto & Produção, v.22, n.3, p. 38-68, 2021.

ANEXO A
COMPROVANTES DA APTIDÃO DO ROTEIRO DE ENTREVISTA POR
ESPECIALISTAS

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro ☒ Está apto para ser aplicado



MV. Aécio Silveira Raymundy
CRMV-MG 15183

ITAJUBÁ, 31 de Janeiro de 2024

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro ☒ Está apto para ser aplicado



Joceli Pedraso Ribeiro
Médico Veterinário
CRMV-MG 13263

Itajubá, 27 de fevereiro de 2024

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/ sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro (X) Está apto para ser aplicado

Itajuba, Minas

Letícia Silva Oliveira de Souza
Médica Veterinária
CRMV-MG 11659

Itajuba, 27 de fevereiro de 2024

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/ sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro (X) Está apto para ser aplicado

Thalysa
MV. Thalysa Nicole Carvalho
CRMV-MG 29095

Itajuba, 27 de fevereiro de 2024

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro (x) Está apto para ser aplicado

Sandra Naomi Morioka

João Pessoa, 12 de setembro de 2024

15- Sabendo que o instrumento de coleta de dados ROTEIRO DE ENTREVISTA será aplicado em 2 laticínios, após realizar as correções/sugestões da sua validação, você considera que o roteiro:

() Não está apto para ser aplicado () Neutro (X) Está apto para ser aplicado

Gláucia Luane Ferreira Moraes

São Paulo, 21 de setembro de 2024

Adaptado de: RIBEIRO, G.F; Et al. Elaboração de um questionário de pesquisa: Validação com especialistas e estudo com coeficiente Alfa de Cronbach – aplicação no Sistema Brasileiro de Franquias para classificação de métodos de previsão de demanda para novos produtos. Revista Produto & Produção, v.22, n.3, p. 38-68, 2021.