

CAPÍTULO 1

Sistemas de administração da produção e tecnologias apropriadas: agroecologia e sustentabilidade socioambiental

Maurício Novaes Souza, Rodrigo Leonardo de Paula Dias Mendonça, Adriana Rezende Bigli, Alessandra Cunha Lopes, Gabriela Alves de Novaes, Clarissa Alves de Novaes

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-23-7.c1>

Resumo

A globalização e a abertura comercial têm redefinido o cenário competitivo, ampliando a concorrência para além das fronteiras locais e regionais, abrangendo uma escala internacional. Diante desse contexto, as empresas enfrentam uma pressão crescente para aprimorar continuamente seus processos, visando atingir altos padrões de qualidade com custos reduzidos. Para se manterem competitivas, organizações de diversos setores têm adotado métodos e ferramentas que promovem a melhoria contínua em todas as suas operações. A qualidade se tornou uma necessidade vital para a sobrevivência no mercado global, impulsionando a busca pela eliminação de desperdícios, sejam eles relacionados aos processos produtivos ou à gestão organizacional. Nesse sentido, a implementação de estratégias como o método PDCA (Plan, Do, Check, Act) tem ganhado destaque como uma ferramenta essencial para otimizar processos e resolver problemas de maneira eficaz. A gestão de processos utilizando o PDCA desempenha um papel decisivo na busca pela excelência operacional e na manutenção dos esforços de melhoria contínua, promovendo uma cultura de correção de não conformidades e busca constante por resultados superiores. Além disso, em um contexto global marcado por desafios ambientais, sociais e econômicos cada vez mais complexos, a integração proposta pelos modelos agroecológicos de produção e os modelos de administração sustentáveis se torna imperativa para as organizações que aspiram não apenas sobreviver, mas prosperar em longo prazo. Ao adotarem práticas sustentáveis e alinharem seus objetivos e estratégias aos princípios do desenvolvimento sustentável, as empresas não apenas contribuem para um futuro mais promissor para a sociedade e o planeta, mas também garantem sua própria sustentabilidade e sucesso no mercado regional e global.

Palavras-chave: Empresas. PDCA. Gestão socioambiental. Sustentabilidade.

1. Introdução

Os Sistemas de Administração da Produção, independentemente da filosofia adotada, têm como objetivos primordiais o planejamento e controle de todo o processo de manufatura ou logística, desde o planejamento dos materiais e da utilização dos recursos até a distribuição dos produtos acabados (SOUZA, 2004; 2006; 2018).

Um eficaz Sistema de Administração da Produção, seja em contextos rurais ou urbanos, deve ser capaz de (Womack; Jones; Roos, 1992; Chase; Jacobs; Aquilano, 2006; Slack; Chambers; Johnston, 2007; Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2014; Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019; Souza *et al.*, 2023):

- ✓ Planejar e controlar os materiais adquiridos: garantir o momento oportuno e a quantidade adequada de materiais para manter o fluxo contínuo do processo produtivo;

- ✓ Planejar e controlar os níveis de estoque: buscar constantemente trabalhar com o ideal de "estoque zero", embora isso nem sempre seja possível devido a fatores não controláveis. No entanto, o sistema deve planejar e controlar os estoques de forma a minimizar surpresas na produção e garantir o atendimento adequado aos clientes;

- ✓ Programar as atividades de acordo com os prazos: garantir que os recursos de produção estejam direcionados para as atividades prioritárias, visando o cumprimento dos prazos estabelecidos;

- ✓ Manter-se informado sobre a situação atual e reagir eficazmente: o sistema deve fornecer informações atualizadas, por meio de registros precisos, sobre todos os recursos disponíveis e os níveis de estoque, a fim de prever e evitar possíveis problemas no processo produtivo;

- ✓ Planejar o futuro da empresa: antecipar as necessidades futuras da empresa, garantindo que os recursos estejam adequadamente dimensionados para atender à demanda do mercado futuro, mantendo assim a competitividade da organização.

Esses aspectos são fundamentais para garantir a eficiência operacional, a otimização dos recursos e a capacidade de resposta às demandas do mercado, garantindo assim a competitividade e o sucesso em longo prazo da empresa.

Os Sistemas de Administração da Produção representam uma ferramenta fundamental na incessante busca pela competitividade das empresas. No entanto, mesmo possuindo um Sistema de Administração da Produção adequado, o sucesso competitivo não seria alcançado se as pessoas, os equipamentos e até mesmo as instalações não estivessem em conformidade. Assim, embora seja condição necessária, a utilização de um Sistema de Administração da Produção adequado por si só não é suficiente para garantir o sucesso competitivo (Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019).

Os Sistemas de Administração da Produção têm como objetivo primordial buscar a integração de toda a empresa, pois é essencial que todos os departamentos cumpram suas responsabilidades para alcançar os objetivos organizacionais. Em tempos passados, era comum que as empresas adotassem uma abordagem departamentalizada, sem considerar as questões ambientais. No entanto, atualmente, as empresas que não adaptarem seus sistemas produtivos para promover a melhoria contínua da produtividade e demonstrar preocupação com o meio ambiente não conseguirão competir no cenário globalizado (Souza, 2018; Moreira, 2019; Souza *et al.*, 2023).

A maneira como os sistemas produtivos são planejados, programados e controlados desempenha um papel decisivo nesse contexto. A eficácia de qualquer sistema produtivo depende da forma como os problemas são abordados; ou seja, do planejamento, programação e controle do sistema.

Para alcançar seus objetivos, os sistemas produtivos devem desempenhar uma variedade de funções operacionais, desde o projeto dos produtos até o controle dos estoques, recrutamento e treinamento de funcionários, aplicação dos recursos financeiros, distribuição dos produtos e gestão dos resíduos (Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019).

Convencionalmente, as funções desempenhadas em um sistema produtivo costumam estar limitadas à esfera imediata de sua autoridade, sendo geralmente bilaterais e fechadas. No entanto, as empresas modernas reconhecem a importância de quebrar essas barreiras funcionais para garantir o desempenho eficaz do sistema como um todo. A estrutura funcional deve evoluir para uma

estrutura operacional aberta, na qual a responsabilidade pelas ações se estende até onde seus efeitos são percebidos (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

De acordo com esses mesmos autores, a função "Produção" é o centro dos sistemas produtivos, sendo responsável por transformar insumos em bens ou serviços por meio de um ou mais processos de conversão. A essência da função de Produção é adicionar valor aos bens ou serviços durante esse processo de transformação. Dentro desse conceito, todas as atividades produtivas que não contribuem para adicionar valor aos bens ou serviços devem ser consideradas como desperdícios e eliminadas (Figura 1).



Figura 1. Modelo de transformação. Fonte: <https://eprconsultoria.com.br/sistemas-de-producao/>, 2021.

É correto afirmar que não existe um único "melhor" Sistema de Administração da Produção, mas sim o mais adequado para cada contexto específico. Ao decidir qual Sistema de Administração da Produção adotar, é essencial considerar diversas variáveis, tais como (Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019):

- ✓ Variedade de produtos e processos: a diversidade dos produtos e processos influenciará na escolha do sistema mais adequado, pois sistemas diferentes podem ser mais eficazes para lidar com diferentes níveis de complexidade;

- ✓ Complexidade das estruturas de produto: a complexidade dos produtos a serem produzidos também deve ser considerada, já que alguns sistemas podem

ser mais adequados para lidar com estruturas de produto mais complexas do que outros;

✓ Variabilidade dos "lead time²": a variabilidade nos tempos de produção e entrega pode impactar na escolha do Sistema de Administração da Produção, pois sistemas diferentes podem lidar de forma mais eficaz com diferentes níveis de variabilidade.

✓ Autonomia para tomada de decisões: a autonomia para tomada de decisões dos colaboradores também pode influenciar na escolha do sistema mais adequado, pois sistemas que promovem maior autonomia podem ser mais eficazes em determinados contextos.

Um sistema de produção é, de fato, um conjunto de processos interconectados que trabalham juntos para alcançar um objetivo comum. Cada processo desempenha sua própria função específica, mas todos estão interligados e colaboram para a produção eficiente e eficaz de bens ou serviços (Krajewski; Ritzman; Malhotra, 2014; Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019; Souza *et al.*, 2023).

O aperfeiçoamento da coordenação e integração entre os processos é crucial para alcançar metas como redução de custos, aumento da qualidade, minimização de estoques e atendimento eficiente à demanda do mercado. Estratégias como a gestão da cadeia de suprimentos são utilizadas para melhorar a colaboração entre os diferentes atores envolvidos em um sistema de produção (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

A interconexão dos processos em um sistema de produção é um princípio fundamental na busca por uma produção eficiente e eficaz, que atenda às necessidades dos clientes e do mercado. Portanto, sua consideração é essencial na gestão de operações e na administração da produção.

Nos últimos anos, os modelos de gestão têm evoluído para modernizar as formas de gerir pessoas, processos e produtos, visando melhorar a vida dos colaboradores e criar uma proposta de valor altamente desejada por todos os

² É o tempo que um produto leva para chegar ao consumidor, desde o momento do pedido, passando por produção, despacho e entrega.

envolvidos nas corporações. Isso implica na busca por processos mais eficazes e produtos alinhados às necessidades e aspirações dos consumidores.

2. O ciclo PDCA

O ciclo PDCA (Plan, Do, Check e Act) é uma ferramenta de gestão amplamente adotada, conhecida por sua simplicidade e eficácia. Foi desenvolvida por Walter Andrew Shewhart e popularizada mundialmente por William Edwards Deming nos anos da década de 1930. Também é conhecido como ciclo de melhoria contínua, no qual todos os processos devem seguir uma metodologia baseada no planejamento, execução, verificação e ação (Silva *et al.*, 2017) (Figura 2).



Figura 2. Metodologia PDCA. Fonte: <https://www.laboneconsultoria.com.br/pdca/>, 2022.

A metodologia PDCA, que significa "Plan-Do-Check-Act" (Planejar-Fazer-Verificar-Agir), é uma abordagem de gestão amplamente utilizada que busca a melhoria contínua dos processos em uma organização. Ela é frequentemente empregada para aprimorar a eficiência operacional, a qualidade dos produtos ou serviços e a satisfação do cliente. Segue uma breve descrição de cada etapa do

ciclo PDCA (Fitzsimmons; Fitzsimmons, 2010; Custódio, 2015; Slack, Chambers e Johnston, 2015; Silva *et al.*, 2017):

✓ Plan (Planejar): nesta fase, identifica-se um problema ou oportunidade de melhoria nos processos. Isso envolve estabelecer metas claras, definir as ações necessárias para alcançar essas metas e criar um plano de ação. O planejamento é essencial para garantir que a melhoria seja direcionada e focada. É importante realizar um planejamento cuidadoso, alinhado com a missão, visão e valores da empresa. Durante essa etapa, são definidos os indicadores de desempenho para acompanhar o progresso do projeto, e são escolhidas as metodologias de trabalho adequadas. Ferramentas como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, brainstorming, Análise SWOT e 5W2H podem ser úteis nessa fase;

✓ Do (Fazer): nesse ponto, é efetuado o plano de ação desenvolvido na fase de planejamento. Isso envolve a execução das atividades planejadas e a coleta de dados relevantes durante o processo. É a fase da ação, de execução, onde a equipe é treinada e o plano é efetuado de maneira disciplinada;

✓ Check (Verificar): após a concretização, coletam-se e analisam-se dados para avaliar os resultados alcançados. Comparam-se os resultados reais com as metas estabelecidas na fase de planejamento. Essa análise ajuda a determinar se as ações tomadas produziram os resultados desejados. A coleta de dados e o mapeamento de processos são essenciais para avaliar o progresso e identificar possíveis lacunas no projeto;

✓ Act (Agir): com base na análise dos resultados, tomam-se medidas para agir. Se os resultados foram positivos, padronizam-se as melhores práticas e as incorporam aos processos em curso. Se os resultados não atenderam às metas, identificam-se as causas das falhas e fazem-se ajustes no plano de ação. O ciclo PDCA é contínuo e não termina. Sempre haverá novos problemas a serem resolvidos ou oportunidades de melhoria a serem exploradas. À medida que a cultura do PDCA se fortalece, a organização se torna mais capaz de atingir seus objetivos e de aprimorar continuamente seus processos.

A adoção do ciclo PDCA é opcional; mas, uma vez experimentada, torna-se uma ferramenta valiosa para direcionar o desenvolvimento de projetos,

umentar a eficiência e a produtividade, reduzir custos e promover a melhoria contínua.

Assim, compreende-se que o ciclo PDCA é um processo interativo e contínuo, que estimula as organizações a buscar constantemente melhorias, ajustando os processos com base no aprendizado e nos resultados obtidos a cada ciclo. Essa abordagem é amplamente aplicada em áreas como gestão da qualidade, gestão de processos e melhoria contínua em empresas de diversos setores, garantindo a eficácia e a eficiência operacional ao longo do tempo.

A metodologia do PDCA tem como pilar central a busca pela melhoria contínua dos processos. Em resumo:

- ✓ O Planejamento compreende o estudo do projeto, processo ou procedimento, estabelecendo metas, cronogramas e programação de ações para orientar ou desenhar as formas de realização.

- ✓ A Execução envolve a realização da tarefa, processo ou procedimento, coletando informações e dados, construindo conhecimento ou realizando treinamentos específicos.

- ✓ A Verificação consiste em verificar os resultados obtidos na ação, comparando-os com o que foi planejado.

- ✓ Por fim, a Ação é o procedimento no qual correções são implantadas em caso de erros ou desempenho insatisfatório, e medidas assertivas são repetidas e complementadas.

Em um mundo empresarial cada vez mais competitivo e dinâmico, a aplicação do ciclo PDCA torna-se indispensável para as organizações que buscam excelência operacional e sustentabilidade em longo prazo. Integrando esse método com diversos modelos de administração, as empresas podem alcançar uma gestão mais eficiente, inovadora e alinhada com as demandas do mercado e da sociedade (Lira, 2020).

3. Sistema de Administração da Produção

O Sistema de Administração da Produção (SAP) é uma área de expressiva importância na gestão empresarial, concentrando-se na organização e

otimização dos processos produtivos de uma organização. Esse sistema engloba uma série de atividades e estratégias que visam maximizar a eficiência, a qualidade e a rentabilidade da produção, alinhando-se às metas e objetivos globais da empresa (Oliveira; Farias Filho, 2018) (Figura 3).

Além das variáveis apresentadas anteriormente, a escolha do Sistema de Administração da Produção deve estar ligada e ser coerente com os objetivos estratégicos da manufatura. Deve também estar em consonância com o tipo de tecnologia de processo produtivo e os recursos humanos que a empresa optou por utilizar. Além disso, existe um fator novo, de relevante importância, que deve fazer parte dos processos decisivos: a variável ambiental (Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019; Souza *et al.*, 2023).

Antigamente, existia uma divisão nítida entre os defensores da natureza (ditos ecologistas) e os que pregavam a exploração irrestrita dos recursos naturais. Com o advento do novo conceito de "desenvolvimento sustentável", tornou-se necessária a formação de pessoas com um perfil diferente, profissionais que agregassem a visão ambientalista à exploração "racional" dos recursos naturais – surgiram, então, os GESTORES AMBIENTAIS (Souza, 2018).

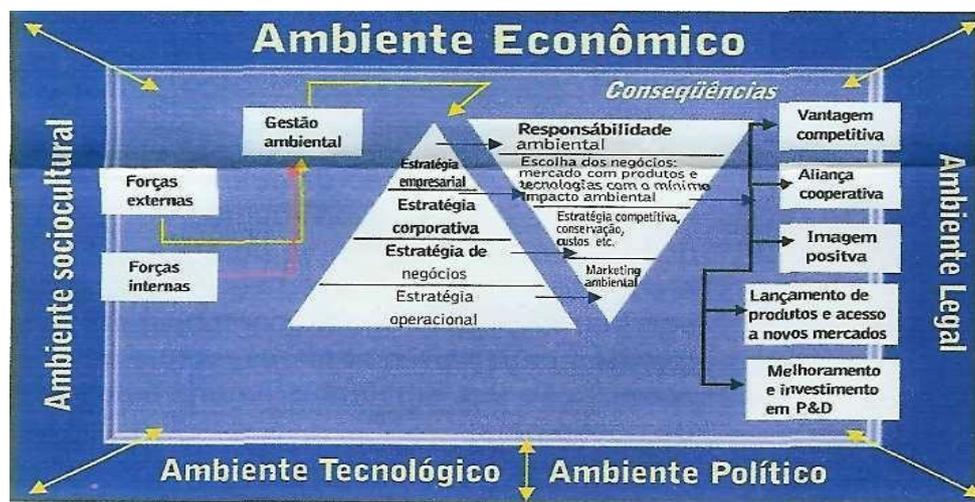


Figura 3. Modelo de gestão que incorpora os diversos aspectos socioeconômicos e ambientais. Fonte: Gestão e Negócio, 2003.

A **Gestão Ambiental** visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio ambiente. Essa organização

vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros (Nardelli; Griffith, 2000; Souza, 2006; Souza, 2015; 2018).

A atividade de exploração de florestas comerciais, que costumava ser muito criticada em tempos remotos, atualmente, em paralelo ao aumento crescente da demanda, ao esgotamento dos recursos florestais naturais e a uma maior preocupação e consciência ambiental, evidenciou a importância do cultivo comercial das florestas plantadas no suprimento dessa demanda e seu papel importante na diminuição da pressão de exploração das florestas naturais (Pirard *et al.*, 2016).

O que deve ficar claro é que "gerir" ou "gerenciar" significa saber manejar as ferramentas existentes da melhor forma possível e não desenvolver necessariamente a técnica ou a pesquisa ambiental em si. Pode estar aí o foco da confusão de conceitos entre a enorme gama de profissionais em meio ambiente, pois muitos são partes das ferramentas de Gestão (ciências naturais, pesquisas ambientais, sistemas e outros), mas não desenvolve esta como um todo: essa função pertence aos gestores ou gerentes ambientais, que devem ter uma visão holística apurada (Nardelli; Griffith, 2000; Nardelli, 2001; Souza, 2006; Souza, 2018).

De acordo com Souza (2018), existe também outra discussão sobre o que é "Gestão Ambiental" e o que é "Gerenciamento Ambiental": alguns defendem que a "gestão" é inerente aos assuntos públicos (gestão de cidades, bacias, zonas costeiras, parques); e que gerenciamento refere-se ao meio privado (empresas, indústrias, fazendas e outros). Esta diferença de significados, na verdade, não é importante; o que é realmente importante é promover a Gestão Ambiental em todos os seus aspectos.

Pode-se então concluir que a Gestão Ambiental é consequência natural da evolução do pensamento da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais sábio, onde se deve retirar apenas o que pode ser repostado ou, caso isto não seja possível, deve-se, no mínimo, recuperar a degradação ambiental causada. Deve-se ter a consciência, contudo, que possui caráter multidisciplinar, requerendo profissionais dos mais diversos campos para

atuar na área, desde que devidamente habilitados (Nardelli; Griffith, 2000; Nardelli, 2001; Souza, 2006; Souza, 2018).

De acordo com esses mesmos autores, o papel da Administração Ambiental, que deve possuir uma sólida base filosófica, exige que sejam conhecidos esses fatores de desequilíbrio, para que sejam eliminadas as externalidades negativas, mitigando ou eliminando os impactos ambientais, e visualizando possibilidades de internalizar as externalidades benéficas para que se atinja o Desenvolvimento Sustentável.

O fato é que a Administração Ambiental desempenha um papel fundamental na busca pelo desenvolvimento sustentável, uma vez que seu objetivo é equilibrar as atividades humanas com a preservação e regeneração do meio ambiente. Para alcançar esse objetivo, é essencial que a Administração Ambiental tenha uma base filosófica sólida e compreenda os fatores de desequilíbrio que afetam o meio ambiente. Além disso, ela deve abordar a eliminação de externalidades negativas, a mitigação ou eliminação dos impactos ambientais e a internalização das externalidades benéficas.

Na atividade de exploração de espécies plantadas, por exemplo, a utilização de modelos de crescimento em espécies florestais se dá por meio de funções como a logística, o modelo de Richards ou o modelo de Gompertz (Frühaufer *et al.*, 2022). Ao obter a curva de crescimento, é possível compreender aspectos importantes para a tomada de decisão relacionada aos tratamentos culturais e à idade de corte. Além disso, possibilita a identificação de momentos de interesse, como o ponto de maior taxa de crescimento, ponto de inflexão e aceleração do crescimento, entre outras informações que podem ser úteis no planejamento e manejo florestal.

A Dinâmica de Sistemas, uma abordagem conceitual e metodológica que lida com a compreensão e a gestão de sistemas complexos, pode também ser uma ferramenta valiosa na Administração Ambiental (Figura 4).

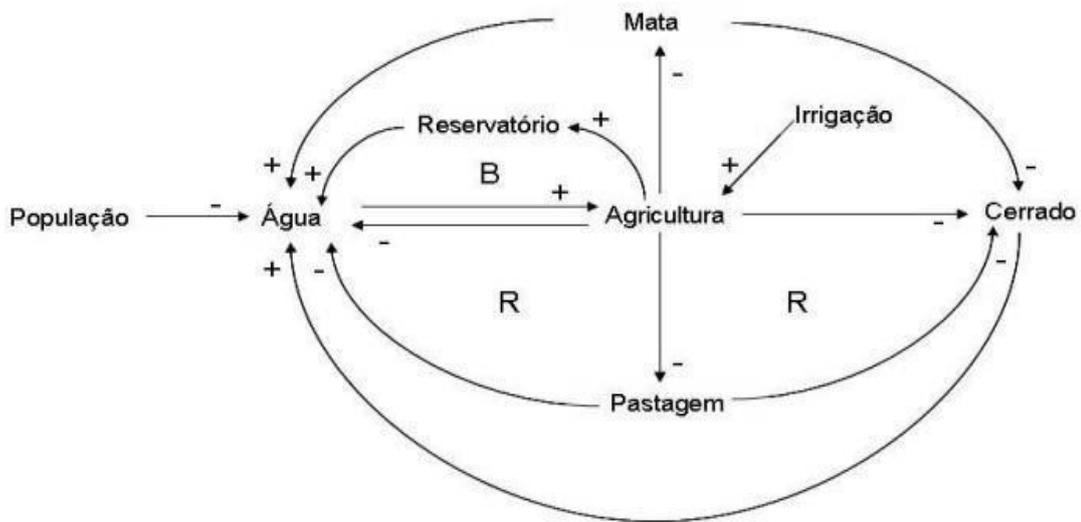


Figura 4. Diagrama causal do modelo das bacias hidrográficas do ribeirão Entre RIBEIROS e do Rio Preto. Fonte: Souza, 2015.

Na Figura 4, de acordo com esse mesmo autor, estão identificados os componentes básicos do sistema, bem como a interação que se dá entre eles, sendo esta última a que proporciona as características estruturais do sistema em questão. "Água" é apresentada como a oferta de água limpa disponível, e as demandas estudadas incluem: "População", que indica a demanda de água para consumo doméstico, tanto na área rural como na urbana; "Cerrado", representando o bioma regional e a produção e estoque de água; "Mata", que inclui espécies nativas e representa a produção e estoque de água, como florestas de galerias ou ripárias, entre outros; "Agricultura" ou "Cultivo", englobando os requerimentos hídricos dos cultivos, incluindo os plantios florestais; e "Pastagem", evidenciando a demanda de água requerida por este setor.

A variável "Reservatórios" representa o estoque de água, retendo o excesso de água que se perderia pelo elevado escoamento superficial das bacias em estudo, estimulando a rápida drenagem (Balanceamento). Por último, tem-se a variável "Irrigação", que é considerada o fator de injeção de recursos financeiros nas atividades agrícolas no presente estudo. Esta variável dinamiza e incrementa as atividades do setor produtivo e de serviços dessas bacias, além de ser a maior responsável pela demanda de água (Souza, 2015).

Com relação aos laços de realimentação existentes entre os componentes do sistema, podem-se destacar os seguintes pontos: a injeção de recursos financeiros provenientes da irrigação gera um impacto positivo sobre as atividades do setor agrícola, manifestando-se os efeitos de uma variável sobre outra que caminham na mesma direção, sendo representadas com um sinal (+) ao final da seta (Figura 4) (*ibidem*)

Por exemplo, se a atividade de irrigação aumenta, ela repercute em um aumento das atividades agrícolas, e vice-versa. Ao contrário, um aumento do consumo de água do setor agrícola, pecuário e da população gera um impacto negativo sobre a oferta de água disponível. Isso assegura que o crescimento destas variáveis ocasiona diminuição da oferta de água limpa, aumento da contaminação (não considerado nesse estudo), e vice-versa.

Pode-se então afirmar que os efeitos caminham em direções contrárias, representadas com um sinal (-). Pode-se também observar que, apesar de não ser representado no diagrama causal, o aumento das atividades agrícolas, pecuárias e o consumo da população ocasionam um aumento no nível de contaminação da água, posto que existe um efeito positivo derivado da relação entre essas variáveis: se uma cresce, a outra também, e vice-versa.

Além disso, a variação na atividade agrícola (que foi considerada como o principal dinamizador da economia dessas bacias) gera efeitos no mesmo sentido da variação na pecuária e na população. Produto dos efeitos das relações entre as variáveis, o modelo está caracterizado, em síntese, por um laço de realimentação positivo (R). Isso significa que a variação de um elemento se propaga em toda a sua extensão, reforçando a variação inicial, gerando um crescimento exponencial do sistema a partir de onde toda a variação é amplificada, provocando mais movimento na mesma direção. No caso da sustentabilidade dos recursos hídricos nessas bacias em estudo, torna-se um círculo vicioso, que provoca uma piora do sistema, posto que foi evidenciado que as atividades produtivas exercem forte pressão sobre a oferta do recurso água e a piora da qualidade da mesma (*ibidem*) (Figura 5).



Figura 5. Extensas áreas irrigadas no município de Paracatu, MG. Fonte: <https://www.irriganor.org/>.

Seguem algumas discussões sobre como os princípios da Dinâmica de Sistemas podem ser úteis nesse contexto (Brandon-Jones; Johnston, 2018; Souza, 2018; Moreira, 2019; Souza *et al.*, 2023):

- ✓ **Compreensão de Sistemas Complexos:** a Dinâmica de Sistemas permite que os administradores ambientais compreendam os sistemas naturais e sociais em sua complexidade. Isso é fundamental, pois os problemas ambientais são frequentemente interconectados e têm várias causas e efeitos. A abordagem de sistemas ajuda a identificar as relações entre os componentes do sistema e a entender como as mudanças em um elemento afetam o sistema como um todo.

- ✓ **Modelagem e Simulação:** a Dinâmica de Sistemas envolve a criação de modelos computacionais que representam sistemas complexos. Esses modelos podem ser usados para simular diferentes cenários e prever os efeitos das ações tomadas. Isso é particularmente útil na administração ambiental, onde decisões impactam ecossistemas, economia e sociedade.

- ✓ **Identificação de Feedbacks:** uma característica fundamental da Dinâmica de Sistemas é a identificação de *feedbacks*, tanto positivos quanto negativos. Isso é fundamental na administração ambiental, pois permite compreender como ações tomadas podem amplificar ou atenuar problemas ambientais. Por exemplo, a degradação de um ecossistema pode desencadear um ciclo de destruição que se amplifica ao longo do tempo.

✓ **Análise de Políticas:** a Dinâmica de Sistemas pode ser usada para avaliar o impacto de políticas ambientais e a eficácia de diferentes estratégias de mitigação. Isso ajuda os tomadores de decisão a escolher as abordagens mais eficazes para alcançar o desenvolvimento sustentável.

✓ **Planejamento em Longo Prazo:** a abordagem de sistemas incentiva a consideração de efeitos em longo prazo das decisões tomadas na administração ambiental. Isso é fundamental para o desenvolvimento sustentável, pois as ações devem ser sustentáveis em um futuro distante, levando em conta as necessidades das gerações futuras.

Em resumo, a Administração Ambiental deve ser fundamentada em uma sólida base filosófica e abordar a complexidade dos problemas ambientais. A Dinâmica de Sistemas, como exemplificado na Figura 4, fornece ferramentas conceituais e práticas para entender, modelar e gerenciar sistemas ambientais complexos, tornando-se uma ferramenta valiosa na busca pelo desenvolvimento sustentável. Os princípios que fundamentam a Dinâmica de Sistemas poderão ser uma ferramenta de grande utilidade nesse processo de necessidade de geração de tecnologias apropriadas.

4. Tecnologias apropriadas e o desenvolvimento sustentável

É fundamental abandonar o modelo de crescimento econômico que resulta na degradação ambiental, vinculado ao desenvolvimento capitalista e ligado à globalização. Neste contexto, a tecnologia será a base para as inovações, fomentando a justiça social e o equilíbrio ambiental (Mendonza; Araújo, 2021).

Por exemplo, concomitantemente às condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de eucalipto no Brasil, o investimento maciço em tecnologias e pesquisas no âmbito do manejo florestal e melhoramento genético permitiu ganhos consideráveis na competitividade florestal. Dados do Relatório Anual de 2022 da IBÁ destacam que o incremento médio anual de madeira (IMA - $m^3/ha/ano$) saltou de $10m^3/ha/ano$ no ano de 1971 para os impressionantes $38,9m^3/ha/ano$ em 2021, mostrando a eficiência e o avanço das tecnologias empregadas nas últimas décadas (IBÁ, 2023)

As tecnologias benéficas para o meio ambiente, requerendo menos recursos naturais em sua produção e manutenção e, ou, preservando o ecossistema das atividades humanas, são também referidas como tecnologias ambientais. Para alcançar a meta do desenvolvimento sustentável, abrangendo os pilares econômicos, ambientais e sociais, o Brasil precisa modificar sua direção tecnológica. Isso implica em alterar o padrão atual e adotar inovações que sejam ecologicamente responsáveis e que demandem menos recursos naturais em sua produção (Costa; Henkes, 2019).

De acordo com Sachs (1997), além de estudos apontados por Silva, Cordeiro e Rocha (2022); Beltrane, Oliveira e Limeira (2023), as biotecnologias aplicadas à produção e ao processamento vegetal e animal são as mais novas perspectivas de opções tecnológicas. Elas podem se converter em um instrumento útil de desenvolvimento sustentável, por meio do desenvolvimento da agricultura biológica, da agrossilvicultura e da aquicultura. Substituiria estratégias que buscam alcançar a sustentabilidade mediante um consumo intenso de energia comercial e de nutrientes, com um volume maior de biomassa podendo ser processado, visando uma grande produtividade final.

A biotecnologia utiliza a diversidade biológica para obter os materiais essenciais para criar, alterar e modificar o ambiente por meio de processos tecnológicos: sejam para aplicações agrícolas, farmacêuticas, medicamentos, alimentos ou mesmo cosméticos. Portanto, a existência da biotecnologia está intrinsecamente ligada à biodiversidade (Barba; Santos, 2020).

Todavia, o contexto nos quais as biotecnologias vêm se desenvolvendo até o momento não dão margem a muito otimismo. Principalmente nos países em desenvolvimento, as biotecnologias têm sido percebidas, na visão destes mesmos autores, como uma ameaça, principalmente por serem totalmente controladas por empresas privadas, algumas multinacionais, cujo acesso vem sendo limitado por meio de patentes e de um conjunto de práticas restritivas, em contraste com o que ocorreu por ocasião da primeira Revolução Verde. Assim, novamente poderia ser drenada para os países industrializados a produção de certos produtos primários, ou substituí-los, deprimindo ainda mais os mercados de produtos básicos.

Analisando o comportamento da humanidade ao longo de sua história, Bellia (1996) e Matte *et al.* (2021) observaram um enorme fascínio pelo uso de novas tecnologias, associadas ao desenvolvimento de novos produtos e, ou, processos de produção, assim como as teorias de adoção e aceitação de novas tecnologias. Porém, apesar das significativas vantagens proporcionadas com essas inovações, surgem questionamentos sobre sua efetividade, com inúmeras dúvidas, tais como:

- ✓ Tem havido melhoria na qualidade de vida de forma equitativa?;
- ✓ Até onde ir com a modernização dos padrões tecnológicos?;
- ✓ Algumas tecnologias contribuem efetiva e decisivamente para o aumento do bem-estar dos indivíduos e o aprimoramento dos sistemas sociais?;
- ✓ Estariam as inovações levando apenas à degradação progressiva da qualidade da vida humana?;
- ✓ Qual têm sido a participação e o grau de envolvimento dos centros de pesquisa, institutos e universidades públicas nessas questões?

Na busca pelo desenvolvimento sustentável, é indispensável que questões profundamente analisadas estejam fundamentadas no campo ético-moral. Não é suficiente considerar apenas fatores como eficiência para afirmar a adequação de uma tecnologia para manter, elevar ou degradar a qualidade de um sistema social específico. É necessário estabelecer um conjunto de critérios para determinar se uma tecnologia é apropriada ou não. Questões como consumo de energia na produção, geração de resíduos e tempo para degradação natural de um produto devem ser levadas em consideração no desenvolvimento de novas tecnologias. Estas devem possuir atributos e critérios que as tornem apropriadas para promover o desenvolvimento sustentável.

5. Atributos e critérios das tecnologias apropriadas

O conceito de desenvolvimento sustentável, ancorado em posturas ético-morais e impulsionado por uma efetiva equidade social, tem gerado um conjunto de tecnologias alternativas ou intermediárias. Recentemente, diversas linhas de pesquisa têm sido desenvolvidas nesse sentido. Bellia (1996) identifica três

ênfases básicas no desenvolvimento do conceito de tecnologia apropriada: a preocupação com o significado sócio-político das tecnologias; o tamanho, nível de modernidade e sofisticação; e o impacto ambiental causado por elas.

Os atributos e critérios das tecnologias que asseguram o desenvolvimento sustentável são delineados por Novaes (2004), citando Veiga (1994):

- ✓ Manutenção em longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agropecuária e florestal;
- ✓ Mínimo de impactos adversos aos produtores;
- ✓ Retorno adequado aos produtores;
- ✓ Aperfeiçoamento e modernização da produção com o mínimo de insumos externos, reduzindo os riscos de poluição e aumento da entropia no sistema;
- ✓ Satisfação das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais; e
- ✓ Satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda.

Com base nesses princípios e condições, e considerando a cultura e os desejos pessoais dos produtores e das comunidades, devem surgir as linhas de pesquisa que definirão as tecnologias apropriadas. Castor (1983) propôs um grupo de critérios para analisar de maneira multidimensional as tecnologias, enquanto Leite (2022) destacou a necessidade de novas formas de empreendimento diante de um cenário de competitividade e transformação constante:

- ✓ Eficiência econômica: a sustentabilidade de qualquer atividade depende de seu sucesso econômico. Portanto, as tecnologias apropriadas são aquelas que possibilitam seu uso efetivo, com a necessidade mínima de energia externa ao sistema;
- ✓ Escala de funcionamento: quanto maior for a compatibilidade entre a escala de funcionamento de uma tecnologia e as finalidades de seu uso, mais apropriada ela será;
- ✓ Grau de simplicidade: a facilidade de uso propicia a adoção da tecnologia. Portanto, a simplicidade torna-se um atributo das tecnologias apropriadas;

- ✓ Densidade de capital e trabalho: considerando a realidade dos países em desenvolvimento, onde a disponibilidade de mão de obra é grande, as tecnologias que favoreçam sua utilização serão as mais apropriadas;
- ✓ Nível de agressividade ambiental: quanto menor a agressão ao meio ambiente, mais apropriada será a tecnologia;
- ✓ Demanda de recursos finitos: para ser apropriada, a tecnologia deverá consumir o mínimo de materiais finitos, sendo ideais aquelas que se baseiam em fluxos renováveis de energia, apresentam alta durabilidade e podem ser recicladas;
- ✓ Grau de autoctonia e auto sustentação: quanto maior for a dependência de uma tecnologia de recursos disponíveis no próprio sistema social no qual será empregada, mais apropriada ela será.

Segundo Bellia (1996), a autoctonia é um elemento importante para a preservação da cultura local, porém deve ser trabalhada de forma a não se transformar em imobilismo social. Tundisi (2003) e Souza (2024) argumentam que todos os conceitos, como educacionais liberdades individuais e coletivas, devem estar articuladas com os conceitos de sustentabilidade dos recursos naturais, embasados em uma nova ética. Feil (2022) ressalta a necessidade de uma reflexão sobre os níveis de sustentabilidade, a fim de repensar as ações da humanidade dentro de um futuro de um sistema global.

6. Agroecologia e sustentabilidade

O artigo 225 da Constituição Federal Brasileira estabelece o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, reconhecendo-o como um bem de uso comum do povo e essencial para uma qualidade de vida saudável. Além disso, impõe tanto ao Poder Público quanto à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo, visando não apenas o bem-estar das gerações presentes, mas também das futuras.

Essa disposição constitucional reflete um compromisso fundamental com a proteção ambiental e a promoção do desenvolvimento sustentável. Ela estabelece uma responsabilidade compartilhada entre o Estado e a sociedade

para garantir que os recursos naturais sejam utilizados de forma consciente e responsável, de modo a garantir sua disponibilidade para as gerações futuras.

Essa norma constitucional também serve como base para a elaboração de políticas públicas ambientais, o fortalecimento da legislação ambiental e o estímulo à participação da sociedade na defesa do meio ambiente. Em última análise, o artigo 225 da Constituição Federal reflete a compreensão da importância intrínseca do meio ambiente para a vida humana e a necessidade de protegê-lo e preservá-lo para as atuais e futuras gerações.

Manter o homem no campo é um desafio decisivo, que exige a criação de oportunidades e o acesso a recursos necessários para melhorar a renda das famílias e garantir a continuidade dos empreendimentos rurais de forma sustentável e viável economicamente. Com a adoção de tecnologias e inovações, é possível promover mudanças significativas no campo, não apenas para atender aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados à agricultura sustentável, mas também para proporcionar melhorias fundamentais que contribuem para o aumento da produção e para a segurança econômica e financeira das famílias rurais.

As transformações que ocorrem na sociedade e no meio rural ressaltam a importância do conhecimento e da informação como os bens de maior valor. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), o desenvolvimento sustentável não se limita à preservação dos recursos naturais, mas também abrange aspectos sociais, econômicos e culturais das sociedades humanas, tanto urbanas quanto rurais. Para serem consideradas sustentáveis, essas sociedades devem adotar princípios como igualdade econômica, integridade social, defesa ambiental e tolerância cultural.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU na Agenda 2030, incluem metas que têm impacto direto ou indireto no meio rural. Isso é evidenciado pelo ciclo de consumo de produtos agropecuários nos grandes centros e pela necessidade de cuidar do solo, da fauna, da flora e de seus habitats. Essas metas têm motivado produtores rurais de diferentes portes a reformularem seus comportamentos e estratégias, visando a manterem-se competitivos, sustentáveis e economicamente viáveis (Figura 6).



Figura 6. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Fonte: <https://alrocha-antenacultural.blogspot.com/2016/07/onu-divulga-1-relatorio-de.html>.

A utilização de tecnologias e inovações no campo desempenha um papel fundamental nesse contexto. Elas não apenas aumentam a eficiência e a produtividade agropecuária, mas também contribuem para a conservação e, ou, preservação dos recursos naturais, a redução do impacto ambiental e a melhoria das condições de vida das comunidades rurais. Além disso, essas tecnologias podem abrir novas oportunidades de negócios e promover a diversificação da economia rural.

Um novo conceito vem sendo discutido intensamente em tempos recentes: ESG, que significa Ambiental, Social e Governança - constitui a tríade essencial do desenvolvimento sustentável. Esses três pilares são fundamentais para orientar as empresas em direção à sustentabilidade e para os investidores

avaliarem quais empresas têm potencial para um crescimento sustentável em longo prazo.

Os ODS delineiam os principais desafios enfrentados pela sociedade atualmente, oferecendo um roteiro para as empresas agirem de forma sustentável e construírem projetos que realmente tenham impacto positivo. Alinhados aos ODS, os negócios podem contribuir para a realização de metas globais que visam a erradicação da pobreza, a proteção do meio ambiente, a promoção da igualdade social, entre outros objetivos essenciais para um futuro sustentável.

A integração dos princípios ESG com os ODS é essencial para empresas que buscam não apenas cumprir as expectativas dos investidores e *stakeholders*, mas também desempenhar um papel significativo na resolução dos desafios globais. Isso implica adotar práticas ambientalmente conscientes, promover a equidade social em todas as esferas de operação e garantir uma governança corporativa transparente e responsável.

Reconhecer a interconexão entre ESG e ODS não só fortalece o compromisso das empresas com a sustentabilidade, mas também contribui para uma sociedade mais justa, resiliente e próspera no longo prazo. Portanto, é crucial que as empresas incorporem tanto os princípios ESG quanto os ODS em sua estratégia empresarial e operações diárias, visando um impacto positivo tangível tanto nos negócios quanto no mundo ao seu redor.

De fato, embora ESG e ODS não sejam sinônimos, compartilham princípios semelhantes e estão interconectados em muitos aspectos. Os princípios ESG são geralmente considerados como os fundamentos para uma prática empresarial sustentável, enquanto os ODS fornecem uma estrutura global mais abrangente para orientar ações em direção ao desenvolvimento sustentável.

Ao se analisarem os pilares ESG em relação aos ODS, podemos identificar uma sobreposição significativa, onde as ações empresariais alinhadas com os princípios ESG têm o potencial de contribuir para a realização de múltiplos ODS (Figura 7).

✓ No pilar Ambiental, a atuação empresarial pode estar relacionada aos ODS 6 (Água limpa e saneamento), 7 (Energia acessível e limpa), 9 (Indústria,

inovação e infraestrutura), 11 (Cidades e comunidades sustentáveis), 12 (Consumo e produção responsáveis), 13 (Ação contra a mudança global do clima), 14 (Vida na água) e 15 (Vida terrestre).

✓ No pilar Social, as ações das empresas podem se alinhar com os ODS 1 (Erradicação da pobreza), 2 (Fome zero e agricultura sustentável), 3 (Saúde e bem-estar), 4 (Educação de qualidade), 5 (Igualdade de gênero) e 10 (Redução das desigualdades).

✓ Quanto à Governança, os esforços empresariais podem contribuir para os ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico), 16 (Paz, justiça e instituições eficazes) e 17 (Parcerias e meios de implementação).



Figura 7. Relação ESG X ODS – ambiental, social e governança. Fonte: <https://alrocha-antenacultural.blogspot.com/2016/07/onu-divulga-1-relatorio-de.html>.

Portanto, é evidente que as empresas que adotam uma abordagem ESG geralmente estão trabalhando em direção aos ODS de maneira tangível, contribuindo para um impacto positivo em diversos aspectos ambientais, sociais e de governança. A integração eficaz desses princípios em suas operações não apenas fortalece sua sustentabilidade em longo prazo, mas também apoia a realização de metas globais para um futuro mais justo e próspero.

Nos dias atuais, para manter o homem no campo e garantir o desenvolvimento sustentável das comunidades rurais, é essencial investir em tecnologias e inovações que permitam a melhoria da produção agropecuária, o aumento da renda das famílias e a conservação/preservação dos recursos naturais. Isso requer políticas públicas eficazes, acesso a financiamento e

capacitação técnica, bem como uma abordagem integrada que leve em consideração os diferentes aspectos do desenvolvimento rural (Figura 8).

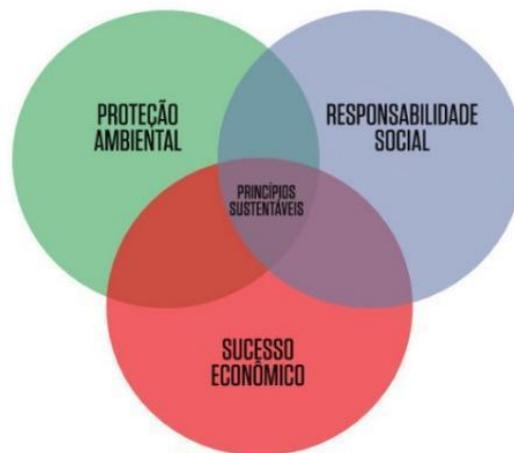


Figura 8. Tripé da sustentabilidade. Fonte: <https://meusuccesso.com/artigos/gestao/offseto-que-e-triple-bottom-line-386/>, 2021.

Desenvolver uma estratégia verdadeiramente sustentável vai além de ações isoladas, envolvendo a utilização de ferramentas direcionadas para a conservação e, ou, a preservação ambiental, execução de ações sociais eficazes e uma gestão financeira que busque a tão almejada viabilidade econômica do negócio. Uma vez identificada a maneira de inserir a sustentabilidade no cerne do empreendimento, o próximo passo é disseminar esse conceito, envolvendo todos os atores interessados, não apenas pelos resultados evidentes do impacto positivo, mas também pelos benefícios proporcionados pela adoção dessas práticas.

No meio rural, a gestão do conhecimento, exemplificada pela Construção do Conhecimento Agroecológico (CCA), torna-se essencial. Autores como Petersen (2007), ABA (2007), Molina (2011) e Souza (2024) discutem as complexidades teóricas e conceituais da CCA, ressaltando desafios como a determinação do foco de estudo e a identificação das fontes de conhecimento. Nesse contexto, o conhecimento da realidade local torna-se vital para a sobrevivência individual, familiar, social e global.

A Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), conforme preconizado em seus objetivos (ABA, 2007), promove a construção coletiva de conhecimento

entre organizações envolvidas com ensino, pesquisa na agricultura e extensão rural. Morin (2004) destaca a necessidade de uma reforma de pensamento para reconhecer os problemas do mundo, enfatizando a importância da educação na organização do conhecimento.

A Agroecologia, ao promover o uso de tecnologias tais como o controle biológico e as práticas de manejo conservacionistas, valoriza as relações de gênero e prioriza os aspectos sociais, ambientais e econômicos da agricultura. Autores como Pereira *et al.* (2023) destacam o sucesso desses princípios e práticas entre as famílias agricultoras, que buscam produzir alimentos de forma sustentável, gerar renda e promover uma vida saudável.

A noção de CCA surgiu como uma resposta à insustentabilidade do processo modernizante da agricultura. Autores como Petersen *et al.* (2009) e Souza (2024) discutem a inadequação dos saberes importados de outros continentes, ressaltando a importância de contextualizar o conhecimento nas relações biológicas entre solo, animais, plantas e seres humanos.

A ferramenta PDCA pode ser uma importante aliada na melhoria da qualidade de vida e dos mecanismos de produção, pois permite a replicação de métodos e ações já testadas e comprovadas. Um exemplo prático é a técnica de Agrofloresta ou Sistemas Agroflorestais (SAF), que reúne vantagens econômicas e ambientais para a agricultura familiar, promovendo a diversidade de cultivos e protegendo o solo (Figura 9).

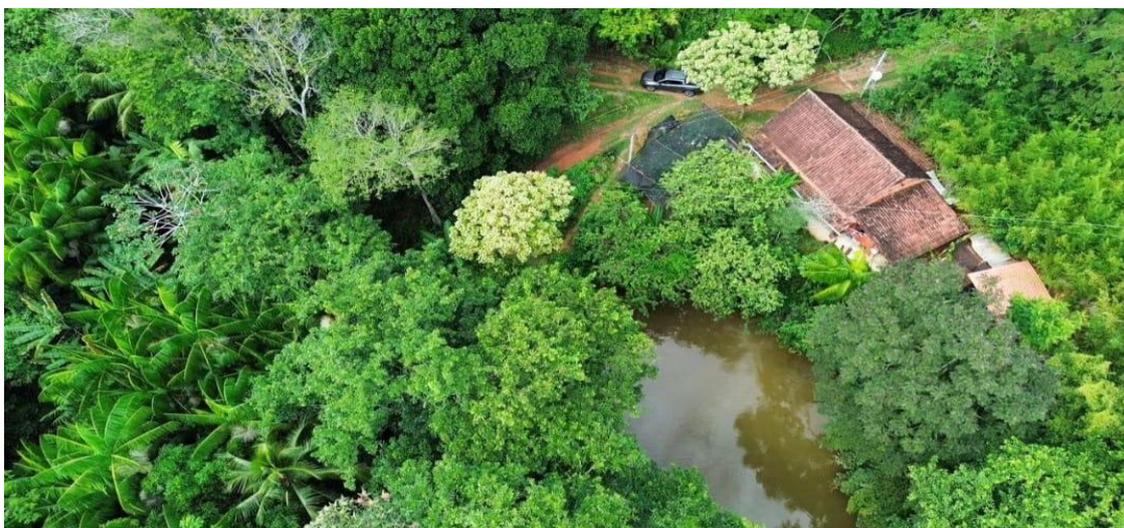


Figura 9. SAF no Sítio Jaqueira Agroecologia, Alegre, ES. Fonte: Acervo Sítio Jaqueira, 2024.

A Agroecologia busca promover a equidade na distribuição de terras e valorizar o meio rural, além de criar condições para que agricultores possam permanecer no campo. Autores como Benincá e Bonatti (2020) e Souza (2024) destacam os benefícios sociais, ambientais e econômicos da agroecologia, ressaltando sua contribuição para a segurança alimentar e a permanência das famílias no campo.

7. Considerações

A expressão "Desenvolvimento Sustentável" tem sido objeto de controvérsias e debates, pois representa um novo modelo de pensamento que diverge do paradigma capitalista predominante, no qual o individualismo muitas vezes supera o bem coletivo e a ética é deixada de lado. Esse novo modelo, conhecido como visão holística, enxerga o mundo como um todo integrado, onde os fenômenos estão interconectados e interdependentes, em contraste com a abordagem fragmentada das partes dissociadas.

Para alcançar o tão almejado Desenvolvimento Sustentável, é necessária uma mudança não apenas no pensamento e na percepção, mas também nos valores da sociedade. Essa mudança deve superar a ênfase no individualismo e promover uma visão ecocêntrica, reconhecendo a interdependência entre todos os seres vivos e valorizando a vida em todas as suas formas.

No entanto, essa transição tem sido vista como radical por alguns setores, especialmente aqueles ligados à economia e academia, pois desafia paradigmas arraigados, como o antropocentrismo e o paradigma cartesiano. Além disso, exige uma nova relação com a natureza e uma revisão dos valores e atitudes que sustentam a civilização industrial.

Apesar das mudanças políticas, legais e institucionais ocorridas no Brasil em relação às questões ambientais, ainda há uma defasagem significativa nos aspectos econômicos, financeiros, científicos e tecnológicos. A expansão das áreas desmatadas, o aumento das áreas degradadas e a escassez de saneamento básico são reflexos desse descompasso entre os ideais de Desenvolvimento Sustentável e sua efetiva execução.

Para efetivamente alcançar a sustentabilidade, é necessário promover a recuperação ambiental baseada em princípios éticos, desenvolver tecnologias que preservem os recursos naturais, fortalecer o licenciamento ambiental e garantir o monitoramento e fiscalização eficazes, com a participação da sociedade. Além disso, é preciso repensar os modelos de produção e gestão, priorizando a equidade social e a conservação e, ou, preservação ambiental.

A ecologia, quando entendida apenas nos aspectos biológicos, não contempla a complexidade da relação entre homem e natureza. É necessário integrar essas duas dimensões e formular uma nova ética ambiental que considere tanto os condicionantes ecológicos quanto os aspectos sociais e econômicos.

Portanto, a adoção de modelos de administração alinhados com os princípios do Desenvolvimento Sustentável, e a agroecologia pode fazer isso muito bem, pode trazer diversos benefícios para as organizações (nesse caso no meio rural) como a redução de custos, aumento da competitividade e melhoria da imagem corporativa. No entanto, isso requer uma mudança cultural profunda e a superação de desafios organizacionais e estruturais.

8. Referências

BARBA, R. Y. B.; SANTOS, N. dos S. **A bioeconomia no século XXI: reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no Brasil.** Revista de Direito e Sustentabilidade. ISSN: 2525-9687. Encontro Virtual, v. 6, n. 2, p. 26-42, 2020.

BELLIA, V. **Introdução à economia do meio ambiente.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), 262p., 1996.

BELTRANE, L. F.; OLIVEIRA, L. F. de; LIMEIRA, D. M.. A Biotecnologia Ambiental no norte do Paraná: Uma revisão sistemática da literatura recente. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 11, p. e14121143562-e14121143562, 2023.

BENINCÁ, D.; BONATTI, L. C. Agroecologia: uma opção de sustentabilidade no campo e na cidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, 2020.

CASTOR, B. V. J. Tecnologia apropriada: uma proposta de critérios de avaliação e sua aplicação. **Revista de Administração**, São Paulo, v.18, n.2, p.40-47, 1983.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10ªEd. São Paulo, Bookman, 2006.

COSTA, E. G.; HENKES, J. A. Tecnologias ambientais: estado e setor privado na busca pelo desenvolvimento sustentável **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 489-505, 2019.

CUNHA, L. H.; COELHO, M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S. P.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.43-79.

ECO, Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28797-o-que-e-a-lei-das-aguas/>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

ENA - ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA. Apresentação ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: AS-PTA, 2003. p. 7.

FEIL, A. A. Níveis de sustentabilidade: Revisão sistemática da literatura. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 12, n. 4, p. 81-93, 2022.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações estratégia e tecnologia da informação**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman. 2010.

FRÜHAUF, A. C.; SILVA, É. M. da; GRANATO-SOUZA, D.; SILVA, E. M.; MUNIZ, J. A.; FERNANDES, T. J. Description of Height Growth of Hybrid Eucalyptus Clones in Semi-Arid Region Using Non-Linear Models. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 40, n. 2, p. 138-151, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.28951/bjb.v40i2.543>. Acesso em: 21 mar. 2024.

GESTÃO e NEGÓCIO **A gestão ambiental**. Disponível em: <<http://www.gestaoenegocio.tv>>. Acesso em: 25 nov. 2003.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual IBá - 2023**. 2023.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. **Administração da produção e operações**. Pearson. 2014.

LEITE, M. J. H. Desenvolvimento rural: uma revisão bibliográfica. **Agriculturae**, v. 4, n. 1, p. 1-15, 2022.

LIRA, A. B. S. de. **Aplicação do ciclo PDCA para construção do processo de desenvolvimento de infoprodutos: o caso em uma agência de lançamentos digitais da cidade de João Pessoa - Paraíba.** João Pessoa. 2020

MATTE, J. *et al.* Evolução e tendências das teorias de adoção e aceitação de novas tecnologias. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 49, p. 102-117, 2021.

MENDONZA, S. S. R.; ARAÚJO, V. F. O reflexo do sistema de gestão ambiental no desenvolvimento econômico. **R. Gest. Anál.**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 98-107, 2021

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção.** Ed. Cengage Learning. 2019.

NARDELLI, A. M. B. **Sistemas de certificação e visão de sustentabilidade no setor florestal brasileiro.** 2001, 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

NARDELLI, A. M. B.; GRIFFITH, J. J. **Introdução ao sistema de gestão ambiental.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Núcleo de Gestão Integrada, 2000. 60p. (Apostila de curso).

OLIVEIRA, W. C. de; FARIAS FILHO, J. R. de. **Sistema de administração da produção para a construção civil.** Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO. 2018.

PEREIRA, M. G. R.; BRAGA, G. E. dos S.; CANSANÇÃO, I. F.; PACHECO, C. S. G. R.; CARVALHO, V. S.; SILVA, A. F. Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa. In: PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. (Org.). **Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa.** Guarujá: Científica Digital, v. 3, ano 2023.

PIRARD, R.; DAL SECCO, L.; WARMAN, R. Do timber plantations contribute to forest conservation? **Environmental Science and Policy**, n. 57, p. 122-130, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.12.010>. Acesso em: 13 abr. 2024.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas: os casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Org.). **Gestão de recursos naturais e renováveis: novos desafios para a pesquisa ambiental.** São Paulo: Cortez, 1997. p. 469-494.

SILVA, A. L.; CORDEIRO, R. S.; DA ROCHA, H. C. R. Aplicabilidade de Microrganismos Eficientes (ME) na Agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e32311125054-e32311125054, 2022.

SILVA, C. O.; AGOSTINO, Í. R. S.; SOUSA, S. R. DE O.; COUTO, P. F.; OLIVEIRA, R. D. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um

estudo de caso no carregamento de navios. **Revista Spacios**, v. 38, n. 27, p. 9, 2017.

SILVA, D. D. Noções de recursos hídricos. In: ENCONTRO DE PRESERVAÇÃO DE MANANCIAS DA ZONA DA MATA MINEIRA, 3., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: ABES-MG/DEA UFV, 2002. p.226-269.

SILVA, I. C. **Viabilidade agroeconômica do cultivo do cacaueteiro (Theobroma cacao L.) com açazeiro (Euterpe oleracea Mart.) e com pupunheira (Bactris gasipaes Kunth) em sistema agroflorestal na Amazônia.** 2000, 143 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 4. ed. São Paulo: Atlas. 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Produção e operações.** Editora Atlas. 2007.

SOUZA, F. L. *et al.* Abordagem gerencial para o desenvolvimento da agricultura familiar com base no sistema de produção agroecológica. Em: SOUZA, M. N. (Ed.). **Tópicos em recuperação de áreas degradadas.** v. 6. 1. ed. Canoas, RS, Brazil: Mérida Publishers, 2023. p. 245-275.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental.** Vol. I. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. 325 p. **ISBN:** 978-65-84548-22-0. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-22-0>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

SOUZA, M. N. **Degradação e Recuperação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.** 2004. 371f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

SOUZA, M. N. **Economia aplicada à valoração ambiental e sistemas de gestão ambiental:** modelos aplicados à promoção do desenvolvimento sustentável. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Integrada. BH: IETEC, 2006. 248 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais.** Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI:** enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, 2.ed., 248p. 2003.

VEIGA, J. E. Problemas de transição à agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, p.9-29, 1994.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo: os segredos da produção enxuta**. Ed. Campus. 1992.