

## Energia e produção agrícola no Alto Jequitinhonha: estudo de caso na agricultura familiar<sup>43</sup>

Lucas Rocha Santos<sup>44</sup>  
Eduardo Magalhães Ribeiro<sup>45</sup>  
Patrícia Oliveira Correia<sup>46</sup>

### Introdução

Frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, formou-se um consenso nas sociedades contemporâneas: é necessário buscar formas eficientes de produzir alimentos. Por isso vem se tornando importante basear a agricultura na sustentabilidade, fundamentada na perspectiva da finitude dos recursos naturais e dos desafios do clima para as populações e a biodiversidade. Ponto fundamental na sustentabilidade da agricultura é o uso da energia; esta, compreendida em seu sentido amplo, é componente essencial da produção, processamento e distribuição de alimentos.

Com base nesse cenário a Organização das Nações Unidas-ONU formulou o conceito de NEXO para apreender os dilemas originados do uso de energia e água para produzir alimentos. A contaminação e o esgotamento de fontes de água, a inviabilização da exploração de determinadas fontes de energia, colocam na ordem do dia a necessidade de repensar consumo, escala e logística para dar continuidade ao abastecimento alimentar das sociedades.

A agricultura familiar é de fundamental importância estratégica neste cenário: pelo caráter descentralizado da produção, pela pequena escala, pela diversificação das fontes de energia, pela proximidade com as fontes de água e pelo potencial de conservação ambiental associado à multifuncionalidade. Em consequência, é prioritária para o desenvolvimento e a sustentabilidade. Por isso, é fundamental analisar o uso de energia nos sistemas de produção da agricultura familiar para dimensionar os desafios ambientais que surgem com a

<sup>43</sup> A pesquisa que originou este artigo contou com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG (PRP/UFMG) e do Centro de Agricultura Alternativa Vicente Nica (CAV), aos quais os autores agradecem.

<sup>44</sup> Lucas Rocha Santos, engenheiro agrônomo, Núcleo de Pesquisa e Apoio à Agricultura Familiar, NPPJ/UFMG.

<sup>45</sup> Eduardo Magalhães Ribeiro, economista, doutor, professor titular do ICA/UFMG.

<sup>46</sup> Patrícia Oliveira Correia, administradora, Núcleo de Pesquisa e Apoio a Agricultura Familiar, NPPJ/UFMG.



remodelação das matrizes energéticas num contexto de emergência de novas fontes (eólica e solar, por exemplo), paralelamente ao esgotamento da produção de combustíveis fósseis.

Desse modo, refletindo sobre as singularidades espaciais da agricultura familiar, surgem questões essenciais: do ponto de vista energético, a agricultura familiar contribui para o desenvolvimento sustentável? Quais são as fontes de energia de biomassa utilizadas corriqueiramente na agricultura familiar? Qual é a importância das energias fósseis para produção de alimentos?

Este artigo foi norteado por essas indagações, e se propõe a investigar uso e manejo de energia, com foco na energia originária da biomassa, para produção e beneficiamento de alimentos na agricultura familiar do Território do Alto Jequitinhonha. Compreende a análise das fontes costumeiras de energia usadas na agricultura e suas interações com a dinâmica produtiva e condicionamentos econômicos, fundiários e ambientais que são colocados para a produção. A seguir o artigo apresenta referencial teórico, descreve a metodologia de pesquisa empregada para, na quarta parte, revelar e debater resultados, seguidos de conclusões.

### **Referencial teórico**

O conceito de desenvolvimento sustentável (DS) surgiu na década de 1970 como estratégia para debater os impactos ambientais ocasionados pelos padrões de desenvolvimento (ROMEIRO, 2012). Foi impulsionado por fenômenos como: as chuvas ácidas no norte da Europa (1969), a publicação do livro “A primavera silenciosa” (1964), que denunciou o uso de pesticidas na agricultura, e a percepção da finitude dos recursos da natureza (NASCIMENTO, 2012). Em consequência, surgiram novas informações sobre a produção em grande escala, a degradação ambiental, a urbanização crescente e a concentração de renda e recursos. Esses temas acrescentaram viés social ao ambientalismo, reduzindo a distância teórica entre problemas sociais e resguardo dos ecossistemas, conduzindo à definição considerada clássica que descreve o desenvolvimento sustentável como aquele que busca o crescimento econômico sem comprometer a recuperação dos ecossistemas, em conjunto com a redução da desigualdade social (NASCIMENTO, 2012; ONU, 1992). Assim, essa concepção estimula a criação de novo modelo de desenvolvimento, baseado no fomento de produção descentralizada e sustentável e na mudança nos padrões de consumo. Dessa forma, o debate



vem colocando condições para promover o desenvolvimento, que implica na mudança na obtenção e consumo de recursos energéticos e ecossistêmicos, buscando uso mais eficiente e maior responsabilidade socioambiental (CARVALHO, 2014; ABRAMOVAY, 2012).

Foi no bojo desses debates que surgiu o NEXO. Este conceito surgiu no campo do desenvolvimento sustentável no início deste século XXI enfatizando que água, energia e alimentos são recursos finitos, que se conectam e se sobrepõem em relações complexas. Por isso, devem ser analisados conjuntamente na busca da sustentabilidade (RODRIGUES, 2017). As ligações entre água, energia e alimento indicam que produção, transporte e processamento de alimentos necessitam de água e energia; a produção de energia em grande parte necessita de água, sobretudo a energia hidráulica; o fornecimento de água para a produção de alimentos e abastecimento doméstico depende de aportes energéticos. Por isso esses elementos devem ser entendidos como um nexo (RODRIGUES, 2017; GIATTI et al., 2016).

Água é entendida como central ao conceito do nexo, em vista das recentes crises de abastecimento hídrico no planeta e da importância da água para perpetuação da vida. Entretanto, para abordagem do nexo, água não deve ser separada da energia e alimentos, pois as ligações de intra e interdependência os colocam no mesmo nível de notabilidade. Ademais, em alguns casos, a água pode ser considerada como fonte de energia; por exemplo, produzindo alimentos em sistemas irrigados. Nesse caso, para a água passar da fonte primária e chegar à raiz da planta que se produz, são necessários gastos energéticos, seja na utilização de bombas ligadas a fontes de energia, seja na utilização de irrigação por gravidade. Neste caso, a energia está presente também nas tubulações e equipamentos que passaram por gastos energéticos para construção e instalação. Por conseguinte, se atribui à água de irrigação dispêndios energéticos consideráveis.

Nessa mesma linha de pensamento, o alimento é ao mesmo tempo uma fonte de água e de energia, pois os tecidos que o compõem são fontes de energia utilizadas por outro organismo. Para que o alimento tenha condição de consumo são necessários aportes energéticos na produção, como energia solar, trabalho e nutrientes, ou seja, elementos que proporcionem seu desenvolvimento. Assim, todo alimento é uma fonte de energia e água.



A agricultura, vista pela ótica da energia, é o conjunto de práticas culturais que coordena parte do fluxo energético num determinado sistema agrícola a fim de obter produtos alimentares/energéticos que serão consumidos pelas sociedades. Dessa maneira, a agricultura emprega energias externas e as direciona para otimizar energias presentes no ambiente, produzindo recursos vegetais utilizáveis sob forma de alimentos, fibras, combustíveis e resíduos orgânicos (CAMPOS, 2001; PIMENTEL & PIMENTEL, 1990). A evolução da agricultura está intrinsecamente ligada às condições de apropriação energética. As diferentes fontes de energia contribuem para transformar processos produtivos dos agroecossistemas e, com isso, modificam a agricultura e influenciam socialmente, ecologicamente e economicamente no desenvolvimento das sociedades (PIMENTEL & PIMENTEL 1990).

Ao longo da história foi ocorrendo intensificação do consumo energético nos sistemas agrícolas de produção. No Brasil, passo importante na intensificação foi a modernização tecnológica impulsionada pela Revolução Verde, que ocorreu entre os anos 1960 e 1980. Consistiu num período de padronização da produção, aumento das escalas e incentivo a adotar tecnologias de elevado conteúdo energético para a produção agrícola, objetivando maior produtividade (COSTA, 2017). Entre as técnicas incluídas na modernização, constam adubos químicos, que comprovadamente aumentam a produtividade, mas também aumentam o consumo de energia. O nitrogênio tem destaque no consumo energético, pois é produzido a partir da liquefação fracionada do ar atmosférico, com a reação entre o hidrogênio e o nitrogênio para a formação do amônio. Essa reação tem como principal catalisador o gás natural. Os adubos químicos fosfatados e potássicos são extraídos por mineração e purificados no setor industrial. Dessa forma, a adubação química depende de aportes energéticos expressivos, tanto para a produção quanto para o transporte, principalmente quando são de origem externa ao país (COSTA, 2017; CAMPOS, 2001). A modernização da agricultura intensificou a utilização de maquinários e insumos externos na agricultura e, assim, aumentou a dependência de energia industrial para a produção e distribuição de alimentos. Com a iminência de crise energética e encarecimento da energia fóssil, a dependência energética industrial para a produção, distribuição e processamento de alimentos





mostra a vulnerabilidade do sistema agroalimentar intensivo (CAMPOS, 2001; GLIESSMAN, 2000).

É por isso que a agricultura familiar, que em maioria ficou à parte da “modernização” da revolução verde, ganha importância no debate sobre ambiente. De acordo com Lamarche (1993), nos estabelecimentos da agricultura familiar, terra, gestão e trabalho se somam às relações de parentesco. Essa agricultura tem importante participação na produção de alimentos, principalmente naqueles destinados aos mercados locais, com reduzida pegada ecológica. Uma fonte importante de energia na agricultura familiar é a biomassa, que é definida como material de composição carbônica, de origem animal ou vegetal, utilizada para produção renovável de energia. A agricultura produz energia na forma de biomassa mas também consome biomassa na produção; produz recursos vegetais, mas também utiliza biomassa na alimentação de animais, adubação orgânica de sistemas produtivos (Infopedia, 2013).

Alguns manejos adotados em sistemas produtivos da agricultura familiar podem ser entendidos como economia da biomassa, ou da menor perda possível. Perder solo em processo de erosão, significa perder energia contida na matéria orgânica, minerais e microrganismos nele presentes. Com isso, estratégias para evitar o escoamento superficial da água da chuva, como barraginhas, curva de nível, cobertura morta, plantio em nível, são manejos que economizam biomassa (MELO, et. al. 2019). Dessa forma, a depender do manejo, pode haver conservação ou perda de energia. A biomassa está presente em todos os estágios produtivos no meio agrícola, e a depender do sistema de produção, a sua utilização é maior, sendo fundamental em sistemas agroecológicos, baseados na adubação orgânica (GLIESSMAN, 2000).

Conceitos como agricultura familiar, nexos e biomassa são centrais para pensar o desenvolvimento de muitas áreas do Brasil. Entre essas, o Alto Jequitinhonha ocupa lugar destacado, pois apresenta características que destacam o entrelaçamento desses conceitos. É um território com unidades de produção familiares excessivamente fragmentadas, situado no Semiárido, com precipitações instáveis. As populações rurais adotam estratégias para otimizar a utilização de água, energia e recursos produtivos (GALIZONI et al., 2008). A formação



agrária da região foi marcada pela tomada das terras, privatizadas por empresas plantadoras de eucalipto, que ocuparam chapadas que eram, historicamente, utilizadas pela agricultura familiar, nu regime comum de governança. Na chapada, agricultores familiares dispunham de fontes de energia importantes para alimentação e comercialização, como lenha e frutos do cerrado (GALIZONI et al., 2020). Outro resultado da tomada de terras sobre o nexu foi eliminar a solta do gado na época das chuvas, permitindo que o capim crescesse nos “mangueiros”, ou seja, permitindo acúmulo de biomassa na unidade familiar para ser utilizado na estação seca para alimentar criações. Com isso, tinham condições de criar animais, ganhando em renda e trabalho para o próprio desenvolvimento familiar (RIBEIRO & GALIZONI, 2007).

Por fim, ainda outra conexão entre a tomada de terras e o nexu diz respeito à relação entre a ocupação da chapada pelo eucalipto e o abastecimento do lençol freático pela água das chuvas. Nas últimas décadas ocorreu secamento de nascentes e córregos na região. Embora possa ser consequência parcial de mudanças climáticas, a plantação de eucalipto impediu que a água chegasse normalmente às camadas mais profundas do solo. Menos fontes naturais significa maior gasto para coletar e transportar água (SILVA et al., 2022).

Para compreender a articulação desse conjunto de circunstâncias, então, foi feito um estudo minucioso em áreas de agricultura familiar do Alto Jequitinhonha.

### **Metodologia**

Os dados usados neste artigo resultam do emprego de pesquisa descritiva. De acordo com Gil (2002, p. 42) essa categoria possibilita a “descrição das características de determinada população ou fenômeno” e estabelece relações entre variáveis. Algumas pesquisas descritivas podem buscar “determinar a natureza dessa relação”. Para tal, a metodologia deste trabalho se divide em duas fases distintas, que se sobrepõem e se completam.

A primeira etapa consistiu numa revisão sobre o tema pesquisado, buscando suas relações e conceitos importantes para o objetivo. De acordo com Gil (2002, p. 162) essa etapa é “dedicada à contextualização teórica do problema e a seu relacionamento com o tema (...) fundamentando a pesquisa e as contribuições proporcionadas por investigações anteriores”.

.....

A segunda etapa consistiu na coleta de dados a partir de pesquisa de campo, de caráter amostral e exploratório, entrevistando 23 famílias de 6 comunidades rurais da Região Geográfica Imediata (RGI) de Capelinha, no Alto Jequitinhonha, conduzida por uma equipe de pesquisadores do Núcleo de Pesquisa e Apoio à Agricultura Familiar (NPPJ/UFMG).

Na pesquisa foram consideradas pertinentes ao conceito de energia tanto fontes industriais, como a elétrica e a energia química, mas também fontes de energia culturais e biológicas, por exemplo, a energia de biomassa, a energia do trabalho, ou seja, a energia contida em todas as operações e insumos utilizados nos processos produtivos e no cotidiano da agricultura familiar (GLEISMANN, 2000). Os equipamentos e ferramentas também foram considerados como energia, pois dependem de aportes energéticos para fabricação e possuem uma vida útil mensurável (PIMENTEL & PIMENTEL, 1990). A amostra de famílias pesquisada foi indicada pelo Centro de Agricultura Alternativa Vicente Nica (CAV), a partir de critérios de diversidade produtiva, espaço geográfico e presença nas feiras livres da região. Foi utilizado como técnica o questionário semiestruturado, que estabelece perguntas base e, a depender da necessidade, são feitas novas indagações ao longo da entrevista. A pesquisa de campo foi feita em janeiro de 2020, antes da pandemia de Covid-19. As comunidades pesquisadas foram Cuba (Chapada do Norte), Gentio, Ponto do Funil e Morro Redondo (Turmalina), Morrinhos (Berilo) e Terra Cavada (Minas Novas). O total de membros das famílias entrevistadas foi de 85, sendo 44 mulheres e 41 homens, como mostra a tabela 1.

Tabela 1: Composição familiar e comunidades pesquisadas.

Município	Nome das comunidades	Nº de famílias entrevistadas	Total de membros das famílias	Nº de mulheres	Nº de homens
Berilo	Morrinhos	4			
Chapada do Norte	Cuba	4			
Minas Novas	Terra Cavada	3	85 pessoas	44	41
	Gentio	4			
Turmalina	Morro Redondo	4			
	Ponte do Funil	4			

Fonte: pesquisa de campo, NPPJ/UFMG, 2020.



Da população pesquisada, 68,23% se ocupavam exclusivamente na unidade de produção; 11,76% tinham ocupações urbanas e 4,70% tinham ocupação rural fora da unidade produtiva. Portanto a ocupação era majoritariamente na unidade produtiva, mas existia um percentual relevante de trabalhadores pluriativos. Cada estabelecimento da agricultura familiar pesquisado ocupava em média 2,5 pessoas da própria família; a média de ocupação na agricultura familiar brasileira era de 2,8 pessoas por estabelecimento, entretanto não há informação se é ou não da própria família (IBGE, 2017). Mas a pesquisa também mostrou que 16 famílias tinham agropecuária como principal fonte de renda monetária, seguida por aposentadoria para 8 famílias e outras formas de renda para 9 famílias. Com isso se observa a importância da produção agropecuária para as famílias pesquisadas, mesmo sendo reduzido o tamanho médio da unidade produtiva, aproximadamente 19 hectares, e a área plantada em torno de 1 hectare por família. A agropecuária tem importância significativa para a renda das famílias, revelando indícios de que existem estratégias de produção adaptadas às características climáticas e às dimensões da unidade de produção, indicando que seguramente as adaptações rebatem sobre o uso de energia.

### Resultados e discussão

A pesquisa revelou que as famílias pesquisadas dispunham nos domicílios de um conjunto extenso de equipamentos consumidores de energia: 100% deles possuíam energia elétrica e fogão a gás; fogão a lenha estava presente para 22 deles; 12 famílias possuíam carro próprio e 14 delas motocicleta; além disso, 19 famílias possuíam desintegrador e 17 delas motor elétrico ou bomba d'água movida a energia elétrica; 18 famílias tinham acesso à internet em casa e todas dispunham de telefone celular (Tabela 2). Usavam grande diversidade de fontes de energia, tanto na produção quanto no uso doméstico. Algumas são analisadas a seguir.

Tabela 2 – Equipamentos disponíveis nos domicílios pesquisados, comunidades rurais selecionadas do vale do Jequitinhonha, 2020.

Equipamentos	Número de famílias
Energia elétrica	23
Água dentro de casa	23





Banheiro dentro de casa	21
Fogão a gás	23
Fogão a lenha	22
Geladeira	23
Televisão	19
Telefone celular	23
Acesso à internet	18
Carro próprio	12
Motocicleta	14
Motor elétrico ou bomba	17
Desintegrador	19

Fonte: pesquisa de campo NPPJ/UFMG, 2020.

A indústria doméstica rural (IDR) é o beneficiamento dos alimentos na agricultura familiar. Exemplos de produtos da IDR são queijos, farinhas, rapaduras, polpas de frutas e doces. O beneficiamento é importante para a agregação de valor aos produtos destinados à comercialização e para a segurança alimentar, pois boa parte é destinada ao autoconsumo (RIBEIRO, 2019). É também uma forma de agregar energia ao alimento, criando produtos com maior concentração energética do que a matéria prima de origem. Por exemplo: 100 gramas de farinha de mandioca têm mais calorias que 100 gramas de mandioca; entretanto para produzir essa farinha é necessário maior dispêndio de energia e de mandioca. Nos processos de produção da IDR os alimentos são concentrados no ponto de vista energético e ganham melhores condições para conservação, consumo e transporte. A técnica da concentração energética vai depender do alimento que será produzido, porém em todas as etapas do beneficiamento (colher, triturar, cozinhar, purgar...) são necessários dispêndios energéticos.

A tabela 3 apresenta as fontes de energia utilizadas na IDR pelas famílias pesquisadas. Nota-se a diversidade grande de fontes de energia: tanto fontes industriais, intensivas quanto fontes biológicas e culturais, ou tradicionais. Classificando as fontes quanto a origem e natureza, o trabalho humano, lenha e animal de serviço se enquadram em fontes de energia culturais e biológicas; já desintegrador, motor elétrico, iluminação elétrica, gasolina, gás, diesel e engenho são energias de fonte industrial e, seguramente, de origens externas ao

sistema produtivo. Entre as fontes mais corriqueiras destacam-se lenha e trabalho humano. Ademais, muitas famílias usam equipamentos movidos a energia elétrica para trituração. A utilização de fontes de energia consideradas não renováveis era adotada no beneficiamento por poucas famílias; apenas 3 usavam diesel, 3 usavam gasolina e apenas 1 utilizava gás.

A maior ou menor utilização de trabalho humano dependia de uma série de fatores. A família mais especializada num determinado produto comercial, com volume de investimento que tornava o sistema mais intensivo, adquiria máquinas e equipamentos com rendimento maior, diminuindo o gasto de força de trabalho humano e, ao mesmo tempo, aumentando o uso de energia industrial. O senhor J., quando entrevistado, produzia farinha de mandioca para comercializar na feira; antes da energia elétrica e da aquisição pela família do motor elétrico de trituração da mandioca, o trabalho para fazer a farinha era muito maior, envolvendo toda a família no processo, e se fazia menos farinha. Logo, a dedicação a um produto, a capacidade de investimento da família e a disponibilidade de novas fontes de energia têm relação direta com o tempo dedicado à atividade e com a produtividade do trabalho humano. Políticas públicas que financiam equipamentos para a agricultura familiar aumentam a produtividade da atividade, ao mesmo tempo que diminuem a penosidade e o tempo de trabalho.

A lenha, fonte energética de biomassa que fora o único meio para cocção de alimentos no meio rural, em 2020 se integrava, na maioria dos domicílios, ao fogão a gás, como mostra a tabela 3. Entretanto, para o beneficiamento, persistia uso majoritário de lenha, e isso acontecia devido ao seu menor custo quando comparado ao gás, já que as duas fontes são usadas para a mesma finalidade. Como já foi afirmado, a tomada das chapadas para plantação de eucalipto dificultou o acesso à lenha na região para parte dos agricultores. Por isso, foram investigadas alternativas de acesso a essa fonte de energia para o beneficiamento de alimentos. Foram relatadas 5 iniciativas para facilitar acesso a lenha, que iam de arranjos comunitários, como troca e compra conjunta de cargas de lenha, até ações de reparação impostas às empresas de eucalipto, que “cediam” lenha para as famílias, mesmo contrafeitas e aparentando cortesia.

Tabela 3 - Fontes de energia utilizadas no beneficiamento de alimentos, comunidades rurais selecionadas do vale do Jequitinhonha, 2020.

Fontes de energia e equipamentos utilizadas na IDR	Número de famílias que utilizam
Trabalho humano	13
Lenha	14
Desintegrador elétrico	10
Motor elétrico	09
Iluminação elétrica	07
Animal de serviço	03
Engenho	03
Gasolina	03
Diesel	03
Gás (GLP)	01
Outros	04

Fonte: pesquisa de campo NPPJ/UFMG, 2020.

A energia tinha usos específicos nos diversos agroecossistemas existentes nas unidades de produção, classificados aqui em quatro grupos: lavoura, pastagens, hortas e quintal. Esse último englobava atividades produtivas executadas nas proximidades da residência, como, por exemplo, pomares. Para essas quatro categorias de agroecossistemas foram observados usos das seguintes fontes de energia: esterco, trabalho humano, trator, calcário, sementes compradas, sementes de paiol, adubo químico e animal de serviço.

Classificando as fontes de energia utilizadas nos agroecossistemas quanto à origem e à natureza, percebe-se que o trabalho humano, o esterco bovino e sementes de paiol são fontes de energia culturais e biológicas, produzidas na própria unidade produtiva. Já o trator e adubo químico são originados de fontes industriais e externas. Semente comprada tem componentes biológicos, mas passa por processos industriais, assim como o calcário.

Tabela 4- Fontes de energia utilizadas nos agroecossistemas das unidades produtivas pesquisadas em comunidades rurais selecionadas do vale do Jequitinhonha, 2020.

Fontes	Lavoura	Pastagem	Horta	Quintal
Esterco	15	4	19	14
Trabalho humano	19	8	11	12



Trator	16	5	6	2
Calcário	8	1	4	4
Sementes de paiol	14	1	10	5
Semente comprada	19	7	14	13
Adubo químico	11	1	2	3
Animal de serviço	3	0	1	0
Outro	4	0	4	5

Fonte: pesquisa de campo NPPJ/UFMG, 2020.

O esterco é utilizado por mais núcleos familiares na horta, em seguida na lavoura, quintal e, por último, na pastagem, com mostra a tabela 4. É possível observar “transposição energética”, pois pastagem é o principal alimento para animais de grande porte, que produzem mais esterco, e é neste local que menos se usa esterco; assim, a energia sai da pastagem e vai para outros sistemas produtivos. É possível levantar algumas hipóteses sobre as consequências. Os animais não vão devolver a energia extraída da pastagem, pois grande parte deles é destinada à comercialização; irão sair do sistema produtivo e a energia que “sobra” nos dejetos dificilmente voltará à pastagem. Para a reposição de energia nas pastagens seria necessário, primeiro, a reposição natural de energia do sistema, que dependerá da dimensão da perda energética: se for menor ou bem próxima da capacidade de regeneração do sistema, a decomposição de materiais orgânicos naquele local repõe a energia, a depender de solo e declividade. O segundo caminho seria a reposição intensiva, através de fontes externas ao sistema, como irrigação artificial, adubação química ou orgânica. Caso não se verifique nenhuma dessas possibilidades, seguramente vai ocorrer empobrecimento energético da pastagem, que leva à degradação.

A chegada da chuva, sua intensidade e duração são cada vez mais imprevisíveis na região. O preparo da lavoura exige muita dedicação do trabalho, logo no começo das chuvas. Isso dificulta o planejamento de plantio, e resulta na necessidade de contratação de força adicional no preparo da lavoura, seja de origem industrial (trator) ou biológico (força de trabalho humana ou animal). Isso explica o volume de trabalho humano contratado e o trator. Diferentemente das lavouras, hortas podem ser planejadas, pois são irrigadas. Assim, o





planejamento do cultivo de hortaliças é, seguramente, mais fácil do que das lavouras de sequeiro.

O número de famílias que usam calcário nos agroecossistemas pesquisados é relativamente pequeno, mais usado na lavoura, do mesmo modo que adubo químico e de sementes compradas. Pastagem é onde menos se utiliza de calcário. A maior utilização de fontes industriais de energia nas lavouras pode indicar duas possibilidades. Primeira que, seguramente, as atividades agrícolas que utilizam de mais fontes industriais de energia são as que necessitam de maior investimento monetário, pois calcário, adubo químico, trator e trabalho humano têm elevado preço. Outra diz respeito ao investimento energético, pois o emprego de mais energia no sistema induz à intensificação, e se produz mais entretanto com maior gasto energético.

### **Conclusões**

Estudar energia e agricultura é uma ferramenta importante para analisar indicadores de sustentabilidade nos sistemas produtivos, bem como para analisar a perenidade das técnicas de produção. A análise energética dos sistemas de produção possui potencial maior do que se utiliza para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas produtivos no Brasil. É um campo de estudos ainda pouco explorado, o que também dificulta metodologicamente estudos deste tipo. Algumas fontes de energia costumeiras no meio rural continuam a ter importância nos processos produtivos, como trabalho humano, biomassa e sementes de paiol, interagindo as fontes de energia intensivas e industriais. Entretanto, fontes como os animais de serviço, notoriamente perderam espaço no cotidiano da agricultura.

A pesquisa evidenciou que a agricultura familiar utiliza uma diversidade muito grande de fontes de energia no cotidiano e nos sistemas produtivos. Além disso, mostrou processos de incrementação energética em curso no meio rural, que passam pela utilização de energias biológicas e culturais, mas, principalmente, por utilização de energias industriais. Esse processo está presente na disseminação de equipamentos de elevado conteúdo e consumo energético nas residências rurais e nos sistemas produtivos. Seguramente isso se relaciona também com água.



A pesquisa indica que a capacidade de investimento e especialização do produtor tem relação com a produtividade do trabalho humano e, conseqüentemente, com a intensificação das atividades produtivas. Além disso, mostrou que existe diversidade quanto ao uso de energia entre as unidades de produção familiares, relacionado-a ao tipo de atividade que família exerce. A intenção deste trabalho é sugerir o emprego mais frequente da análise de energia, indicando nexos causais entre produção de alimentos, uso da água e consumo de energia, debatendo as possibilidades de reduzir o consumo energético e, sobretudo, interpretando alternativas de usos de energia na agricultura familiar do Semiárido para fundamentar programas públicos adequados para as demandas dessa população.

### Referências

ABRAMOVAY, R. **Muito Além da Economia Verde**. São Paulo: Editora Abril, 2012. 248 p.

CAMPOS, A. T. Balanço energético relativo à produção de feno de “coast-cross” e alfafa em sistema intensivo de produção de leite. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CARVALHO, J. F. de. Energia e Sociedade. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 28, n.82, p. 25-39, dez. 2014.

COSTA, M.B.B. **Agroecologia no Brasil: história, princípios e práticas**. São Paulo: Editora Expressão Popular, 2017. 141 p.

GALIZONI, F. M. et. al. Hierarquias de uso de águas nas estratégias de convívio com o semi-árido em comunidades rurais do Alto Jequitinhonha. *Revista Econômica do Nordeste*, Marc. 2008.

GALIZONI, F. M. et. al. Vozes da seca: lavradores, mediadores e poder público frente à estiagem no Semiárido do Jequitinhonha. *Desenvolvimento e meio ambiente*, v. 55, p. 54-74, 2020.

GIATTI, L.L. et. all. O nexos água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n.88, p. 43-61, dez. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 175 p.



GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 658 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Agropecuário 2017 – Sistema de Recuperação Automática (SIDRA)- Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017, Rio de Janeiro, 2017.

INFOPEDIA. Porto Editora, Dicionário Online de Português. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/biomassa>, acessado 5 de dez. de 2021.

LAMARCHE, H. **A agricultura familiar: uma realidade multiforme**. Campinas: Editora: UNICAMP. 336 p. 1993.

MELO, R. F. et al. Uso e manejo do solo. EMBRAPA, Brasília, DF, p. 396 – 440, 2019.

NASCIMENTO, E. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados, São Paulo, v. 26, n.74, p. 51-64, jan. 2012.

ONU. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Edição e Tradução do Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: 1992.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. **Alimentação Energia e Sociedade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990. 298 p.

RIBEIRO, E.M. **Do engenho à mesa**. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2019.

RIBEIRO E. M.; GALIZONI F. M. Quatro histórias de terras perdidas: modernização agrária e privatizações de campus em Minas Gerais. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 9, n 2, p. 115, 2007.

RODRIGUES, J. C. M. O nexos água-energia-alimentos aplicado ao contexto da Amazônia Paranaense. 2017. 92 f., Dissertação (Mestrado em Geografia), IFCH/UFPA, 2017.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. Estudos Avançados, São Paulo, v. 26, n.74, p. 65-92, jan. 2012.

SILVA, E. P. F. et all. Metamorfose da chapada: monocultura de eucalipto e tomadas de terras e águas no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. Campo.Território, v. 17, p. 63-89, 2022.