
Fontes e consumo de energia nas unidades familiares rurais do Alto Jequitinhonha

Energy sources and consumption in rural family units in Alto Jequitinhonha, Brazil

Patrícia Oliveira Correia *

Eduardo Magalhães Ribeiro * 

Ana Pimenta Ribeiro ** 

Vico Mendes Pereira Lima *** 

Resumo

Energia é fundamental na produção de alimentos. Este artigo tem como objetivo analisar o uso da energia na agricultura familiar do Alto Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais. O artigo, primeiro, revisa a literatura sobre técnicas agrícolas e consumo de energia, destacando as peculiaridades da agricultura tradicional. Em seguida apresenta a metodologia do estudo, que decompôs a unidade familiar em subsistemas, identificou nestes os insumos e produtos derivados, convertendo-os em unidades padronizadas de quilocaloria. Por fim, apresenta resultados, mostrando que nessas unidades familiares circulam recursos ecológicos locais e exógenos, entrando energia sob a forma de serviços, equipamentos e insumos, adquiridos através de compras, subsídios ou trocas comunitárias. O artigo constata que a partir das primeiras décadas do século XXI os agricultores combinam fontes energéticas locais com outras externas, de origem biológica e/ou industrial, e usam aportes monetários para compensar o excessivo consumo, muito relacionado a estrangulamentos produtivos - em geral derivados das secas prolongadas. O balanço energético das unidades é deficitário, tornando receitas vindas de vendas e transferências públicas fundamentais para manter os fluxos em atividade.

Palavras-chave: semiárido; abastecimento; mudanças climáticas; programas públicos; desenvolvimento rural.

* Núcleo de Pesquisa e Apoio a Agricultura Familiar (NPPJ). Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Montes Claros, MG, Brasil. E-mails: patriciamileno@gmail.com, eduardoribeiriomacuni@gmail.com

** Pesquisadora no Mestrado em Sociedade, Ambiente e Território. Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da UFMG e Unimontes. Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: piperaceae@gmail.com

*** Núcleo de Pesquisa e Apoio a Agricultura Familiar (NPPJ). Instituto Federal do Norte de Minas Gerais- (IFNMG). Campus Almenara. Almenara, MG, Brasil. E-mail: vico.lima@ifnmg.edu.br

Abstract

Energy plays a vital role in food production. This article aims to scrutinize the utilization of energy in family farming in Alto Jequitinhonha, situated in the northeast of Minas Gerais, Brazil. The article commences by evaluating the literature on agricultural techniques and energy consumption while emphasizing the unique aspects of traditional agriculture. The study's methodology is presented, which segmented the family unit into subsystems and identified inputs and derived products, converting them into standardized kilocalorie units. The findings showcase the circulation of local and exogenous ecological resources in these family units, with energy obtained through services, equipment, and inputs from purchases, subsidies, or community exchanges. Since the early 2000s, farmers in semi-arid regions have been utilizing a combination of local energy sources and external ones, which may be of biological or industrial origin. Monetary contributions are also being used to offset excessive consumption, which is often caused by production slowdowns resulting from prolonged droughts. The energy balance of these units is in deficit, therefore income from sales and public transfers is essential to maintain the continuity of operation.

Keywords: semi-arid region; supply; climate change; public programs; rural development.

Introdução

Energia se transformou num tema crítico no século XXI. A petroquímica apresenta estrangulamentos de oferta desde os anos 1970, as mudanças no clima impõem condicionantes à hidroeletricidade, a poluição compromete o uso do carvão mineral. O cenário fica mais complexo quando se considera que, face às dificuldades, as alternativas ainda não se consolidaram. Assim, a transição energética é assunto fundamental para a vida no planeta e influencia temas como estilo de vida, consumo e produção de alimentos.

Este último aspecto é vital. Energia é um pilar dos sistemas agrícolas: influi em técnicas produtivas, abastecimento alimentar, preços, política agrícola e trocas internacionais. Por isso, a agricultura considera custos e produtividades, mas também oferta, consumo e renovabilidade de energia. Mas energia participa em gradações diferentes da produção de alimentos, entrando em sistemas intensivos - como na agricultura consumidora de mecânica, química e biologia industriais - mas também em unidades que fazem reduzida mobilização de insumos, como o agroextrativismo. O conhecimento da diversidade de sistemas de produção situados entre esses limites pode

orientar produtores e formuladores de programas na adequação do uso de energia às especificidades dos ambientes e territórios.

A agricultura intensiva em capital do século XXI depende de fontes não renováveis de energia, pois demanda recursos da petroquímica como fertilizantes, pesticidas e combustíveis, que elevam os custos calóricos da produção. Frequentemente, tornam o gasto de energia na produção superior à energia contida no produto final. Mas esse preceito não é generalizado: parte relevante da produção agrícola, principalmente aquela relacionada à agricultura familiar tradicional, produz usando trabalho humano e recursos ecológicos locais, como fertilidade natural dos solos, sementes nativas e irrigação por gravidade, demandando poucos insumos de elevado conteúdo calórico.

Este segmento do mundo rural tem expressiva contribuição para o abastecimento alimentar e a conservação ambiental; no entanto, marginalizado pelos programas brasileiros de desenvolvimento rural e pelas normas técnicas do agronegócio, tem participação periférica nos mercados. Nas duas primeiras décadas do século XXI essa organização da produção de alimentos passa por importantes transformações demográficas, sociais e políticas. Agricultores familiares ficam mais idosos em famílias menores com reduzida disponibilidade de força de trabalho. De outro lado, a integração dos mercados de trabalho, junto com a universalização de transferências públicas, elevou a renda no campo e possibilitou o consumo afluyente, inclusive de energia. Por fim, programas disseminados pelo campo facilitaram o acesso a energia, água, insumos externos e mecanização. Neste cenário a agricultura familiar tradicional persiste como baluarte dos sistemas produtivos de baixo consumo energético?

Este artigo parte desse cenário para investigar as fontes de energia utilizadas por agricultores familiares de um território com forte apego aos métodos agrícolas costumeiros, ao conhecimento tradicional e às trocas circunscritas aos circuitos de parentesco, comunidade e pequenos centros urbanos. Trata-se do Alto Jequitinhonha, situado a nordeste de Minas Gerais, uma área rural emblemáticas do Sudeste brasileiro pela fragmentação dos domínios fundiários, pela adaptação da produção ao ambiente e pela força da cultura territorial, que se manifesta na indústria doméstica rural, no reputado artesanato de barro, e na culinária, peculiar e afamada.

As partes seguintes do artigo abordam, primeiro, a literatura sobre energia na agricultura, analisando as relações entre consumo e técnicas produtivas, e o caso da

agricultura tradicional do Alto Jequitinhonha. Em seguida, apresenta a metodologia usada no estudo, que decompôs o complexo produtivo em unidades singulares, insumos e produtos que materializam os fluxos de energia. Depois, apresenta e debate resultados da pesquisa, considerando contextos sociais e produtivos que induzem ao consumo da energia de procedências diversas. Por fim, apresenta considerações finais.

Energia na agricultura

A energia foi fundamental para a evolução da produção material da humanidade. Nos primórdios era usada apenas energia humana na caça e coleta; o domínio do fogo levou à manipulação da biomassa como fonte de energia, tornou possível cozimento e conservação de alimentos, além de aquecimento, defesa e, depois, apoio na agricultura. Na mesma escalada, a domesticação permitiu usar animais em trabalho agrícola e transporte. Depois, além da força humana e animal, as sociedades passaram a usar águas e ventos, fontes renováveis de energia que, associadas aos sistemas de produção, reduziram a penosidade e elevaram a produtividade do trabalho (Pimentel; Pimentel, 1990; Costa, 2017).

Entretanto, com a expansão produtiva derivada da revolução industrial, da urbanização e do crescimento demográfico vindo com a melhoria sanitária, cresceu a demanda por energia. Matrizes energéticas foram gradativamente substituídas por outras de maior qualidade, mobilidade e potência, principalmente combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo. Concentrando energia, essas fontes multiplicaram a capacidade produtiva e permitiram novos estilos de consumo. No entanto, como são fontes finitas, cuja recomposição leva milhões de anos, colocam sempre em risco a continuidade dos sistemas produtivos (Sachs, 2007; Carvalho, 2007).

Agricultura usa fontes de energia em todo o processo produtivo; primordiais são a radiação solar – que age na fotossíntese - e a força humana, essencial na condução da produção. Em seguida, usa da energia contida em equipamentos, combustíveis, veículos, insumos, adubos, sementes e mudas para preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita, transporte, processamento, distribuição e consumo da produção. Energia é um componente estratégico e importante variável termodinâmica para explorar ecossistemas, sendo o entendimento de seus fluxos fundamental para análise da sustentabilidade agrícola (Hercher-Pasteur *et al.*, 2020).

O consumo de energia nos sistemas agrícolas varia em termos de origens e volumes. Os denominados “sistemas tradicionais de produção” (Diegues, 2000) dependem de trabalho humano e/ou força animal, de patrimônio ecológico e de conhecimentos locais; conformam os fundamentos que, no século XXI, orientam a produção agroecológica (Altieri, 1989; Costa, 2017). Já os sistemas intensivos em capital, que se tornaram hegemônicos nos mercados, dependem da energia derivada de processamento industrial, como fertilizantes, maquinário, sementes selecionadas, combustíveis, corretivos de solo e agrotóxicos (Gliessman, 2000). Analisando 180 anos de fluxos energéticos em agroecossistemas, Gingrich e Krausmann (2018) mostraram o gigantesco salto nas entradas de energia a partir da década de 1950.

O uso de energia na agricultura compreende, segundo Gliessman (2000), aportes ecológicos e culturais. Os primeiros vêm da radiação solar e ficam disponíveis após a transformação realizada pelos ecossistemas. Aportes culturais podem ser (i) biológicos, quando oriundos dos organismos vivos, incluindo força humana e animal e biomassa originada de fontes renováveis (esterco, lenha, bagaço), e podem ser (ii) industriais, quando originados de processamento fabril. A incorporação crescente de aportes culturais industriais eleva a produtividade da agricultura; no entanto, geralmente apresentam eficiência energética comprometida, pois a entrada de energia costuma ser mais elevada que a saída, uma vez que o gasto supera a energia contida nos produtos finais.

Pimentel e Pimentel (1990) comparam sistemas de produção de milho (i) intensivo em capital, com entradas de energia oriundas de aportes culturais industriais, e (ii) tradicional, baseado em aportes culturais biológicos. Em idênticas dimensões de área de plantio e condições de pluviosidade, solo e clima, o balanço energético da produção será diferente. O sistema tradicional contará com trabalho humano desde o preparo do solo até a colheita das espigas, sementes “crioulas” serão plantadas usando adubo orgânico. No sistema intensivo em capital, o trabalho humano é reduzido; emprega trator no preparo do solo, calcário e/ou fosfato na correção do solo, adubo químico, sementes industriais no plantio, produtos químicos contra invasoras e colheita mecanizada. Colhida a produção de ambos os sistemas, revela-se que no sistema intensivo as entradas concentradas de energia elevam produção, e produtividades da terra, do trabalho e do capital; mas a energia contida no produto final fica aquém daquela gasta na produção. O sistema tradicional apresenta baixa produtividade dos fatores e do consumo de energia,

tendendo ao balanço energético positivo, que autores como Campos e Campos (2004) e Fan *et al.* (2018) consideram importante indicador da sustentabilidade do sistema.

Sistemas produtivos, no entanto, são orientados por gastos em dinheiro, custos monetários e não consumo de energia. O mercado não contabiliza tais dispêndios. Assim, o sobreconsumo energético fica oculto pelo sistema de preços que orienta a alocação de recursos. Em consequência, conforme observam Odum e Odum (2012), preços de mercado podem orientar, e frequentemente orientam, sistemas de produção para níveis pouco sustentáveis de consumo de energia. Autores como Blancard e Martin (2014) criaram modelos que substituem o preço de insumos agrícolas por seu conteúdo energético, concluindo que, apesar da dificuldade para desenvolver metodologias e obter dados precisos sobre o conteúdo energético dos insumos, a análise pode orientar a formulação de melhores políticas agrícolas e energéticas.

A agricultura brasileira, depois dos anos 1960, foi orientada para o consumo elevado de energia. A política agrícola transformou sua base técnica no processo denominado como “revolução verde”, que resultou no crescimento da produção de alimentos e fibras e, simultaneamente, no uso de insumos industriais, tornando a agricultura menos dependente de aportes culturais biológicos, mas aumentando o dispêndio energético total (Delgado, 1985; Costa, 2017; ver também: Cunfer *et al.* 2018; Gingrich e Krausmann 2018).

Junto com a energia cresceu o consumo de água. A agricultura brasileira respondia por 72% do consumo nacional (ANA, 2019). Nesse cenário em que a oferta de água e energia se torna crítica, a FAO criou a abordagem do “nexo”, que combina água, energia e alimento como método para analisar dispêndios, mas também para ponderar mudanças climáticas, crescimento populacional e desigualdade social. Os elementos do nexo se conectam, pois, a geração de energia e produção de alimento demandam água, captação, tratamento e distribuição de água exigem energia, e a produção de alimento necessita água e energia (FAO, 2014; Hamdy *et al.*, 2014; Rodrigues, 2017).

O nexo fornece bases para criar políticas adaptadas e orientar melhorias no uso de recursos. Assim, a busca da gestão sustentável passa pela análise do balanço energético dos sistemas agrícolas, e, entre esses, da agricultura familiar e tradicional. Esta, no Brasil, por décadas se baseou no trabalho humano e nos recursos locais, combinando técnicas de baixo impacto ambiental, saberes tradicionais e participação periférica nos mercados.

Nessa agricultura, muitas vezes, o consumo de água e energia é regulado por normas costumeiras que orientam a produção de alimentos e a reprodução das sociedades. No entanto, no Brasil do século XXI, programas públicos estimulam a entrada de agricultores familiares em circuitos de alto consumo energético, subsidiando inovações e incorporando, parcialmente, técnicas e insumos industriais. Assim, ficou estabelecido o conflito entre costumes, técnicas e sustentabilidade (Diegues, 2000; Costa, 2017).

Na agricultura familiar do Alto Jequitinhonha não é diferente. Localizado a Nordeste do estado de Minas Gerais, no domínio do Cerrado, com paisagem composta por vales (“grotas”) e planaltos (“chapadas”), que antes de serem ocupados por empresas de eucaliptos, eram consideradas pouco favoráveis para plantio e utilizadas como áreas comuns de coleta de frutos, plantas medicinais, lenha, madeira, caça e “solta” de animais. Grotas são áreas úmidas e férteis, de uso privativo da família; nelas estão as unidades domésticas e produtivas, geralmente adquiridas por herança. Famílias agricultoras do Alto Jequitinhonha faziam manejo adaptado do ambiente, plantavam “mantimentos” combinando técnicas de cultivo, adubação e rotação de culturas para manter seus modos de vida (Graziano e Graziano Neto, 1983; Galizoni, 2007). Neste território de características socioeconômicas e ambientais específicas, foi analisada a relação entre agricultura e energia.

Metodologia

Fundamentos teóricos da metodologia

Embora date do século XIX os primeiros estudos que relacionam ecossistemas, fluxos de energia e socioeconomia o assunto só veio a receber atenção na década de 1970, quando houve restrição à extração, elevação dos preços e crise do petróleo, que repercutiu na economia, na agricultura e na sociedade. A crise motivou pesquisas sobre balanços energéticos e energia na produção. Então, analisar agroecossistemas através de fluxos de energia tornou-se importante ferramenta para dimensionar o consumo na produção de alimentos e matéria primas, permitindo determinar graus de dependência, renovabilidade, pontos de estrangulamento e de desperdícios de energia. A abordagem energética dos sistemas possibilita avaliar as consequências do uso das fontes de energia sobre a natureza, mediar tomadas de decisão considerando a finitude dos recursos naturais, e

estimular ou restringir fontes de energia por meio de programas públicos. A abordagem incorpora aspectos ambientais, sociais, culturais e políticos aos fenômenos produtivos (Castanho Filho; Chabaribery, 1982; Mello, 1989; Bueno, 2002; Campos; Campos, 2004; Souza, 2006; Rezende; Caramaschi; Mazzoni, 2008).

Existem procedimentos metodológicos sedimentados para analisar o balanço da energia na produção. Para compreender a relação entre saídas, entradas, produção e consumo de energia, é necessário definir limites que “isolem” o sistema de produção, considerando-o metodologicamente separado da natureza e da sociedade. Em seguida é necessário classificar os fluxos de energia, que Castanho Filho e Chabaribery (1982) e Bueno (2002) denominaram como internos, externos e perdidos ou recicláveis. Tomando como exemplo uma unidade familiar de produção, internos são fluxos próprios da unidade, como por exemplo o trabalho da família; fluxos externos são aqueles injetados no sistema, como gasolina e fertilizantes químicos; fluxos perdidos ou recicláveis são aqueles não utilizados na produção, mas que podem ser reciclados, como esterco animal, restos culturais e de pastagens que ficaram no agroecossistema. Este tipo de estudo foi feito por Cunfer *et al.* (2018), que analisaram insumos externos como trabalho humano, maquinário, combustível e fertilizantes que entraram no sistema agrícola, rastreando o conteúdo energético dos produtos da terra, incluindo culturas, pastagens e lenha, e contabilizando a energia não colhida que permanece disponível para a vida selvagem.

Balancos energéticos são elaborados convertendo todos os fluxos que entram e saem do sistema (materiais, serviços e insumos) em unidades padronizadas de energia, ou unidades calóricas (Souza, 2006). Neste artigo foi adotado quilocaloria como padrão, por ser unidade disseminada entre pesquisadores pela maior facilidade de conversão, como indicado por Pimentel e Pimentel (1990) e Souza (2006). Castanho Filho e Chabaribery (1982), Comitre (1993), Campos e Campos (2004) e Souza (2006) recomendam não contabilizar a energia solar, pois esta, como a chuva e os ventos, está disponível para qualquer sistema de produção. A contabilização da energia solar distorce o balanço energético por apresentar magnitude muitíssimo elevada, quando comparada às outras fontes empregadas na produção.

Operacionalização da pesquisa

A pesquisa que originou este artigo adotou estratégia exploratória sequencial, coletando dados qualitativos e, em seguida, quantitativos. O levantamento de campo usou de amostragem não probabilística intencional, selecionando na primeira fase, exploratória, 23 famílias num universo de agricultores familiares de 4 municípios (Chapada do Norte, Berilo, Turmalina e Minas Novas); na segunda fase, quali-quantitativa, pesquisou em profundidade 4 famílias de 3 municípios (Chapada do Norte, Turmalina e Minas Novas). As entrevistas foram facilitadas pelo Centro de Agricultura Alternativa Vicente Nica (CAV), instituição de extensão rural do Jequitinhonha, que indicou famílias que residiam em área rural, produziam alimentos para autoconsumo e venda, acessavam telefonia ou internet, eram mais e menos patrimonializadas, e com maior ou menor produção vendida.

Na primeira fase a pesquisa objetivou identificar perfis familiares (composição, ocupação e renda dos membros da família, presença de equipamentos e bens duráveis, mobilidade), produção (área, produtos, despesas produtivas, animais, vendas, reciprocidades), acesso à água para uso doméstico e produtivo (fontes e frequências) e, por fim, combinações e custos de fontes de energia para uso doméstico e produtivo. A análise dos dados identificou fontes e fluxos de energia das unidades familiares e explicou-as à luz da dinâmica doméstica e produtiva. Essas informações permitiram qualificar indagações sobre consumo, produção e fluxos de produtos e serviços.

Em seguida foi feita a segunda fase de entrevistas com as 4 famílias representativas: dois pequenos e dois grandes produtores (considerando as escalas regionais), duas unidades com liderança masculina e outras duas lideradas por mulheres, duas com maior e duas com menor abundância de água. Nessas entrevistas, inicialmente qualitativas, foi usado questionário individualizado que buscava detalhar características das famílias, da produção e das fontes e fluxos de energia. Organizados os dados, fez-se levantamento físico de consumo e produção, e monetário das receitas e despesas, considerando variações técnicas e sazonais. Por fim, o questionário quantitativo foi gradativamente adaptado à situação de cada família, e informações consideradas incompletas ou imprecisas foram repetidamente solicitadas.

A unidade de produção familiar foi considerada um sistema fechado, com entradas e saídas de energia. As informações de campo permitiram identificar os fluxos sob a forma de produtos e serviços, e agregá-los em unidades homogêneas com apoio de bibliografia, agricultores e técnicos. Todos os itens foram convertidos em medidas padronizadas (quilograma, litro, quilômetro) e, usando valores correntes na literatura especializada, foram transformados em quilocaloria (kcal), conforme está exposto no Quadro 1. Os aportes e saídas de energia foram totalizados por unidade produtiva, em seguida convertidos em médias que procuram resumir a diversidade de situações.

Quadro 1 - Bens, produtos e serviços que circulam nas unidades familiares, com unidade de peso e medida e fonte bibliográfica do valor energético

Insumos, produtos e serviços	Unidade de peso e medida	Fonte bibliográfica do valor energético
Alimentos	Quilo	TACO (2011); IBGE (2011)
Animais em serviço	Hora	Bueno (2002)
Cana-de-açúcar	Quilo	Castanho Filho e Chabaribery (1982)
Derivados de petróleo	Litro	Campos e Campos (2004); Bueno (2002); Mello (1989)
Energia elétrica	Kilowatt	Souza (2006)
Frutas	Quilo	TACO (2011); Castanho Filho e Chabaribery (1982)
Grãos	Quilo	TACO (2011); Castanho Filho e Chabaribery (1982)
Leite de vaca	Litro	Castanho Filho e Chabaribery (1982)
Produtos químicos	Quilo	Soares <i>et al.</i> (2007); TACO (2011); Mihov e Tringovska (2010)
Produtos de origem animal	Diversos	Castanho Filho e Chabaribery (1982); IBGE (2011); TACO (2011)
Quitandas	Quilo	TACO (2011)
Rações	Quilo	Campos e Campos (2004)
Sementes	Quilo	Souza (2006); Bueno (2002)
Trator	Hora	Souza (2006)
Trabalho humano	Jornada	Melo (1989)
Vacinas	Dose	Soares <i>et al</i> (2007)
Verduras e plantas de uso medicinal	Quilo	Castanho Filho e Chabaribery (1982); IBGE (2011); TACO (2011); Botrel <i>et al</i> (2020);

Fonte: pesquisa de campo e bibliográfica, 2021.

Não foi encontrada equivalência em quilocaloria para alguns insumos, que por isso não entraram nos cálculos. Mas é necessário esclarecer que estes representam volumes muito reduzidos e seu uso é episódico na unidade familiar. As fontes de energia autoproduzidas e autoconsumidas pelos subsistemas das unidades familiares (como lenha, alimentos e trabalho familiar) foram apenas referidas, em função da dificuldade para mensurá-las. Destaca-se que, embora sejam relevantes, este trabalho não analisou créditos e débitos monetários. A depreciação dos equipamentos foi calculada por meio de avaliação do patrimônio dos agricultores, feita por técnicos que conhecem os sistemas de produção, considerando 20 anos como período de depreciação total de bens como currais, equipamentos mecânicos e demais benfeitorias.

Os fluxos de energia observados foram organizados e analisados de acordo com variáveis consideradas fundamentais, que estão descritas e justificadas a seguir:

- a) a temporalidade, que identifica transformações em termos de energia, visando compreender a dinâmica da inovação do consumo e da produção;
- b) os tipos de aquisição (entradas) e de distribuição (saídas) mais frequentes, procurando compreender as relações que explicam os fluxos de energia;
- c) a espacialidade, considerando as escalas territoriais de circulação da energia, em busca da compreensão das distâncias percorridas pelos fluxos;
- d) a composição, compreendendo as origens das fontes, buscando as correspondências com a matriz energética nacional;
- e) a renovabilidade, analisando as fontes de acordo com a capacidade de renovação.

A apresentação comentada dos dados está nos resultados expostos a seguir.

Resultados e discussão

As unidades pesquisadas

Nos quatro estabelecimentos familiares viviam 11 mulheres e 6 homens, e a composição do grupo domiciliar variava de 1 a 7 membros; em 3 deles moravam pai, mãe e filhos solteiros; um produtor morava sozinho. Faixa etária e sexo dos residentes variava: crianças e adolescentes entre 9 e 18 anos com maior participação feminina; adultos jovens

entre 19 e 35 anos, com presença reduzida do sexo masculino; adultos entre 36 e 62 anos, com presença maior do sexo masculino.

Das pessoas ocupadas que habitavam nos domicílios, 8 tinham agricultura como principal atividade. Havia quatro estudantes que, num turno, se ocupavam em afazeres domésticos e agricultura, e outros 5 agricultores pluriativos: 2 babás, 2 diaristas e 1 auxiliar de loja. Um aposentado continuava ativo, o Programa Bolsa Família completava renda em 2 residências, e mulheres combinavam tarefas domésticas com atividades nos subsistemas da unidade, como lavoura.

As famílias residiam e trabalhavam em terrenos próprios, que variavam entre 5 e 24 hectares. Em cada unidade familiar destinavam área para casa, quintal, pomar, horta, criação de animais de pequeno, médio e grande porte, indústria doméstica rural, agroextrativismo, lavoura e pastagem. Nos subsistemas pomar e quintal, no “terreiro” da casa, cultivavam plantas medicinais, ornamentais e frutíferas, destinando a produção ao consumo doméstico e vendas, mas também às doações e trocas entre vizinhos e parentes, ou seja, à reciprocidade. Galinhas eram criadas soltas no quintal e porcos viviam confinados em chiqueiros. Uma família tinha um pequeno criatório de peixes. Bovinos e animais de serviço eram criados em “mangueiros” ou “piquetes”, pequenas áreas de pastagens, e seu esterco era utilizado nas plantações e na produção de biofertilizantes. O leite das vacas, ovos e carnes eram destinados ao consumo familiar, processamento, compartilhamento com parentes e vizinhos, e usado por uma das famílias para produzir biofertilizante agroecológico. Animais de serviço, além de tracionar cargas, transportavam pessoas. Na horta cultivavam verduras, legumes e plantas de uso medicinal, destinadas também à venda, autoconsumo familiar e à reciprocidade. Restos de culturas alimentavam galinhas e porcos. Ao fim de cada safra, os agricultores coletavam as sementes, secavam e armazenavam para usar no próximo plantio.

Na indústria doméstica rural eram beneficiados cana-de-açúcar, mandioca, milho, urucum, frutas e leite para produzir farinhas, temperos, quitandas, doces, laticínios e açúcares, mascavo e “da terra”. Subprodutos, como raspa da mandioca, soro de requeijão e queijo e bagaço da cana alimentavam criações; a cinza do fogão, fonalha ou forno de assar quitandas era insumo para biofertilizante. Para beneficiamento e cocção dos alimentos as famílias usavam lenha, coletada no próprio terreno e transportada em

animais. Recolhiam frutos nativos - pequi, mangaba, “jaca”, cagaita, gabirola, cajuzinho - e mel nativo, para alimentação familiar e, no caso do pequi, venda.

Costumavam plantar lavouras de “mantimento” uma vez por ano, geralmente no período chuvoso ou “das águas”, de novembro a abril, em áreas que variavam entre 1 a 3 hectares. Cultivavam também capim-elefante para trato de criações, e cana de açúcar para a indústria doméstica rural e alimentação de bovinos. Todas as residências recebiam águas de rio, ribeirão, poço artesiano próprio ou do vizinho, que chegavam às unidades produtivas por força da gravidade ou bombeamento elétrico. Disponham também de água captada da chuva na cisterna de 16 mil litros construída por programa público, e em reservatórios construídos ou comprados com recursos próprios.

A principal fonte de renda dessas famílias era venda na feira livre, em supermercados e comunidades, além de entregas para o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Com a pandemia, a feira e o PNAE foram várias vezes paralisados, a renda despencou e passou a depender da venda de porta a porta, para supermercados, por encomendas telefônicas, e de entregas para o Projeto Emergencial Para Enfrentamento da Pandemia, criado pelo CAV. PAA e PNAE foram reativados parcialmente no fim de 2020, mas a insegurança nas vendas levou famílias a reduzir plantios, principalmente de hortaliças, muito perecíveis. O transporte para a cidade, executado por prefeituras, importante para mobilidade de agricultores e produtos, também foi paralisado, e tiveram que usar transporte próprio ou pagar frete. No entanto, houve também entradas de dinheiro vindas do Auxílio Emergencial do Governo Federal, das cestas básicas distribuídas pelo CAV, pela Secretaria Municipal de Assistência Social e pela entidade filantrópica Associação de Promoção ao Lavrador e Assistência ao Menor de Turmalina (APLAMT).

No período analisado as famílias enfrentavam dificuldades com águas em virtude da “grande seca”, 2011 a 2020, que foi das mais duradouras no Semiárido brasileiro, e afetou fontes de água, produção e produtividade das lavouras, notadamente os grãos. Sucessivos “veranicos” - intervalos secos durante os meses chuvosos – castigaram lavouras em granação, forçando replantios e alcançando rendimento muito modesto (Galizoni *et al.*, 2020). Mudanças no clima reduziram os fluxos energéticos da lavoura, dificultaram o autoconsumo, e para sustentar criações foi necessário recorrer à compra de milho e rações, que eram produzidos nos sítios em tempos de chuvas regulares.

Fluxos de energia

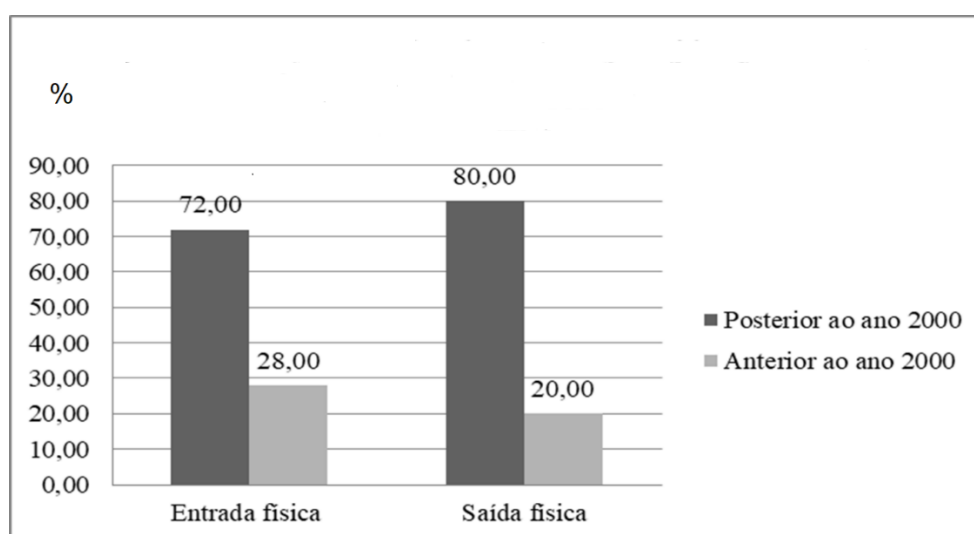
Ao longo da história das famílias pesquisadas era muito reduzido o consumo de energia vinda de fora da unidade de produção. Diziam que residências eram iluminadas usando óleo diesel ou querosene em lamparinas, animais tracionavam engenhos, mandioca se processava em ralos manuais feitos com lata e madeira, criações comiam capim picado a mão e bebiam em córregos, águas captadas em minas eram transportadas por gravidade, animais ou pessoas para a casa e a horta. Mas as nascentes secaram por volta do ano 2000, a população idosa cresceu mais que as outras faixas etárias, declinou o tamanho da família, políticas distributivas - principalmente o Programa Bolsa Família - se fortaleceram, rendas aumentaram com o crescimento econômico da década de 2010, programas subsidiados de mecanização, energização e transporte se disseminaram (Ribeiro *et al.*, 2014; Balbino; Ribeiro; Shiki, 2023).

Assim, a virada do século XXI demarcou muitas e diversas mudanças sociais, demográficas, políticas, técnicas e, por fim, energéticas no Alto Jequitinhonha. Na agricultura devem ser consideradas a mecanização, assumida total ou parcialmente pelas prefeituras, a distribuição de sementes industriais e “crioulas”, estas incentivando a sustentabilidade e a conservação de material genético adaptado. A disseminação de aposentadorias, pensões e bolsas aumentou rendas, que estimularam a pluriatividade e as redes locais de negócios, aproveitando feiras, PAA e PNAE. O Programa Luz Para Todos, de 2003, introduziu iluminação e utensílios domésticos e mecânicos: geladeira, desintegrador, bomba d’água... No ano 2000, no Jequitinhonha, 25% dos agricultores não dispunham de eletricidade; este número caiu para 3% em 2010 (Fundação João Pinheiro, 2017). O Programa aumentou o bem-estar, tornou mais produtivo e menos penoso o trabalho humano, mas também estimulou consumo de bens duráveis e a elevação do dispêndio monetário e energético.

Os sistemas produtivos e domésticos dos agricultores pesquisados, geralmente pessoas adultas ou idosas com 4 décadas de trabalho, passaram a consumir mais energia de origem industrial, ao mesmo tempo que sofreram restrições para coleta de lenha, criação de animais na “solta” e para fazer “roça-de-coivara. Essa transformação aparece no movimento de entradas e saídas medido em quilocalorias: o Gráfico 1 mostra que 72% dos fluxos médios das entradas de energia se disseminaram depois dos anos 2000. Contam

nesses, principalmente, insumos como rações e combustíveis fósseis, energia elétrica, alimentos industrializados e trabalho humano, contratado mais frequentemente em virtude da redução do tamanho das famílias. Além disso, no contexto de pandemia e “grande seca”, contam cestas básicas e Auxílio Emergencial, adução de água e poços artesanais. Importante, ainda, destacar aqui as sementes industriais de hortaliças, que entraram em uso com a diversificação da produção das hortas.

Gráfico 1 – Fluxos médios das entradas e saídas de energia organizados por período de adoção, 2021



Fonte: Pesquisa de campo com entrevista remota, 2021.

No entanto, também inovaram nas saídas: 80% são formadas por bens que surgiram depois do ano 2000, pois a diversificação dos canais de venda foi acompanhada pela inovação em produtos. Esta, ocorreu pela via da “modernização” (incluindo produtos como rúcula e mel de apiário), ou da “tradicionalização” da pauta produtiva (incluindo hortícolas “não convencionais” como ora-pro-nobis e mogango, ou derivados do beneficiamento como açúcar-da-terra, doce de fava e quitandas, valorizados com o crescimento das rendas), e pela venda de serviços - principalmente femininos, que ficavam restritos ao trabalho doméstico. São recentes também vários canais de comercialização, pois além da feira livre, que existe há tempos, forneciam para programas públicos, supermercados urbanos e cestas emergenciais montadas por organizações sociais durante a pandemia.

Anualmente, sob forma de produtos, insumos e serviços, em média entravam 12.909,11 mil quilocalorias e saíam 6.645,56 mil quilocalorias das unidades produtivas, conforme a Tabela 1, que discrimina as formas de aquisição em compra, transferências (energia aportada por programas públicos) e reciprocidades (energia doada ou trocada entre famílias rurais). Na discriminação, um mesmo produto pode ser comprado, ganhado ou recebido por transferência, como exemplo, serviço de trator.

Tabela 1 - Classificação de fluxos médios de aquisição e saída de energia nas unidades pesquisadas, por categoria, 2021

Fluxos	Entrada		Saída	
	Física (mil kcal)	Percentual (%)	Física (mil kcal)	Percentual (%)
Compra/venda	11.663,67	90,35	6.412,09	96,49
Transferências públicas	817,48	6,33	0,00	0,00
Reciprocidade	427,96	3,32	233,47	3,51
Total	12.909,11	100,00	6.645,56	100,00

Fonte: Pesquisa de campo com entrevista remota, 2021.

Fruto da elevação nas rendas, 90,35% dos fluxos de entrada eram comprados e, por ordem de grandeza, correspondiam à aquisição de milho, energia elétrica, rações, diesel, gasolina e alimentos industrializados. A integração com mercados e a importância da monetarização para pagar a energia adquirida não pode elidir o forte componente de tradicionalidade que há neste gasto, pois parte relevante do dispêndio está relacionada à estratégia camponesa de reprodução. Situado na “entrada” do Semiárido, o Alto Jequitinhonha viveu a “grande seca”, que exigiu compra de insumos para alimentar aos animais, essenciais no cálculo camponês; são, simultaneamente, meios de obter proteína e poupança. Já os gastos com energia elétrica e diesel se associam ao secamento de corpos de água e à adução de distâncias cada vez maiores para atender usos domésticos e produtivos, incluindo dessedentação das criações. O desintegrador, elétrico ou a diesel, tritura a ração de capim elefante, cana de açúcar e restos culturais. Gasolina é componente da relação com a cidade, tanto na comercialização e nas compras quanto na socialização. Alimentos industrializados se incorporaram às dietas familiares na grande seca.

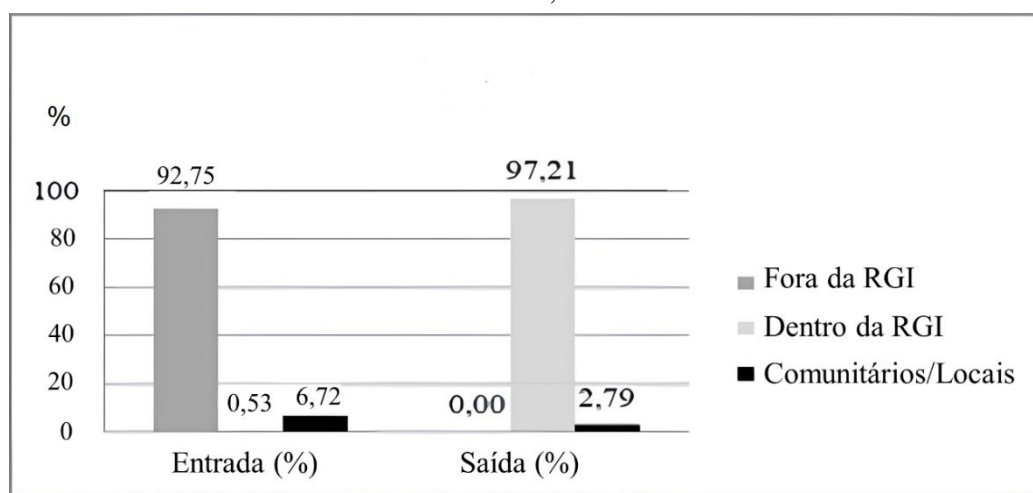
Transferências de programas públicos, 6,33% das entradas, conforme já observado, tem grande importância, e se associam a serviços, mecanização, transporte e doação de sementes. São subsídios proporcionados por organizações de natureza diversa, como prefeituras, agências não governamentais e religiosas, que passaram a fazer parte do cotidiano da família rural, estimulando produção, renda, segurança alimentar e abastecimento urbano. A reciprocidade, por fim, compreende trocas e doações de alimentos, sementes, horas de serviço de animais e humanos; representava 3,32% das entradas (Tabela 1). O percentual reduzido não pode esconder sua importância nas relações entre parentes e vizinhos, que por meio das trocas sedimentam a vida comunitária, a solidariedade, a pauta alimentar regionalizada e a segurança nutricional. Reciprocidade correspondia também a 3,51% dos fluxos de saída e, no balanço, favorecia às unidades pesquisadas, que receberam 427,96 mil kcal e doaram 233,47 mil kcal; no entanto, é preciso ponderar que essas trocas são partes de processos coletivos perenes, que não necessariamente são compensados no curto prazo (Mauss, 1988).

Foram consideradas como saídas vendas e reciprocidade; aqui, igualmente, um produto pode ser vendido na feira ou doado a vizinhos. Desses fluxos, 96,49% ocorrem através das vendas em feiras, supermercados, PNAE, PAA e, com a pandemia, para o Projeto Emergencial para Enfrentamento da Pandemia, coordenado pelo CAV (Tabela 1).

Em energia, entradas correspondiam a quase o dobro das saídas: déficit médio de (-) 6.263,55 mil quilocalorias por ano. Essa diferença era relativizada pela mediação do dinheiro. Usando entradas monetárias, as famílias adquirem montantes satisfatórios de energia. Com efeito: as entradas em dinheiro totalizavam em média R\$ 43.544,93 anuais, sendo R\$ 34.373,43 originado de vendas e R\$ 9.171,50 de transferências. As principais despesas com itens associados a energia totalizavam R\$ 10.844,04 (ou 25% das receitas), com dispêndios em alimentação (R\$ 5.700,00), milho em grão (R\$ 1.817,90), energia elétrica (R\$ 1.2059,16), rações (R\$ 1.086,50), diesel (R\$ 621,08) e gasolina (R\$ 359,40). As receitas monetárias, portanto, correspondiam a quatro vezes as principais despesas monetárias, muito embora os itens descritos representassem 85,68% do consumo total anual de energia. A dissociação entre fluxos de energia e dinheiro revela a irracionalidade energética das trocas monetárias e a impermeabilidade dos mercados ao fundamento ecológico das relações entre sociedade e natureza, conforme Gliessman (2000) e Odum e Odum (2012) apontaram, enfatizando a ausência de correspondência entre composição energética e preços.

Mas os dados levantados permitiram também qualificar os fluxos de energia. Inicialmente estes foram analisados em suas dimensões espaciais, investigando as distâncias entre produção e consumo de energia, usando como delimitadores de escala os conceitos de “comunidade rural”, “município”, “Região Geográfica Imediata” (RGI), e “fora da RGI”.¹ Constatou-se que a maioria (92,75%) dos insumos, produtos e serviços que entravam nas unidades familiares vinham de fora da RGI, e eram adquiridos por meio de compras em dinheiro. Tinha origem comunitária 6,72% da energia que ingressava nas unidades, composta por fluxos de reciprocidade e compras, como alimentos e sementes crioulas da própria comunidade. Uma pequena parcela dos fluxos energéticos, 0,53%, provinha da RGI. Já as saídas de energia da unidade produtiva se orientavam para circuitos próximos: para dentro da RGI, principalmente para a sede do próprio município (97,21%) e secundariamente (2,79%) para a comunidade e vizinhança (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Fluxos médios das entradas e saída de energia em unidades pesquisadas no Alto Jequitinhonha, classificados de acordo com a distância da Região Geográfica Imediata, 2021



Fonte: Pesquisa de campo com entrevista remota, 2021

Percebe-se, assim, a importância das unidades familiares na transformação de fluxos e redução da pegada energética, porque internalizam energia que vem de grandes distâncias, como combustíveis, rações e milho em grãos, para redistribuí-los convertidos

¹ RGI é unidade de referência de proximidade, definida como o espaço delimitado “a partir de centros urbanos próximos para satisfação das necessidades imediatas das populações, como: compras, busca por trabalho, serviço de saúde e educação, prestação de serviço público, entre outros” (IBGE, 2017, p.20).

em alimentos ou fluxos energéticos renováveis, que circulam dentro da RGI. Ocorre um movimento de territorialização da energia adquirida, pois mercadorias globais ou commodities se transformam em bens de consumo local, como verduras, frutas, rapadura e farinha de mandioca. Esses produtos da agricultura familiar, de grande relevância para o abastecimento dos pequenos centros urbanos do Jequitinhonha, contribuem para manter a pauta alimentar regionalizada, garantem a segurança e soberania alimentar de estudantes das escolas públicas, de pessoas assistidas por programas públicos, e de famílias em situação de vulnerabilidade (Cruz *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, essa transformação local mediada pelo global propicia ocupação e renda para famílias rurais.

A composição da matriz energética das unidades familiares também foi analisada, por meio da classificação das suas fontes de energia de acordo com a matriz energética brasileira, que é expressa no Balanço Energético Nacional-BEN (Empresa de Pesquisa Energética-EPE, 2021). As fontes foram categorizadas em derivadas de petróleo, hidrelétrica e biomassa, e esta subdividida em primária (fluxos energéticos sem processamento, de origem animal ou vegetal, como frutas, mantimentos e carne suína) e secundária (fontes de origem animal ou vegetal processadas, como rações). Assim foram ponderadas as contribuições, a sustentabilidade e dependência por fontes².

A Tabela 2 mostra que a matriz energética das unidades familiares é composta por biomassa (65,57%, sendo quase metade não processada), derivados de petróleo (16,98%), energia hidrelétrica (14,15%) e outras fontes de energia, que totalizam 3,30%. É necessário observar que, internamente, a energia circulava entre subsistemas, sendo alguns fluxos de entrada consumidos em mais de um deles. Por exemplo: a energia elétrica era usada na residência e na lavoura, do mesmo modo que combustíveis fósseis; mas no subsistema lavoura entravam também fluxos de energia autoproduzidos, como sementes, trabalho humano e serviço de animais, para sair alimentos destinados principalmente ao circuito de vendas, que garantia ao abastecimento urbano, ao autoconsumo e, em pequena proporção, a reciprocidade. Desse modo, os fluxos energéticos injetados nos diversos subsistemas sob a forma de aportes agroindustriais, biológicos e industriais, adicionados aos fluxos internos e a aqueles autoproduzidos e

² Foi adotada aqui a definição da Agência Nacional de Energia Elétrica para biomassa: “todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica de origem animal ou vegetal que pode ser utilizada na produção de energia” (ANEEL, 2005, p. 77).

disponibilizados pela natureza, se transformavam em novas fontes de energia biológica, ou agroindustrial no caso da indústria doméstica rural.

Tabela 2 - Fluxos médios de energia que entravam nas unidades pesquisadas, classificados de acordo com a matriz energética brasileira, 2021

Classificação dos fluxos		Percentual (%)
Biomassa primária	Vegetal	29,93
	Animal	0,20
Biomassa secundária	Outros	30,62
	Vegetal	4,80
	Animal	0,02
Derivados de petróleo		16,98
Energia hidrelétrica		14,15
Outras		3,30
Total		100,00

Fonte: Pesquisa de campo com entrevista remota, 2021.

Em 2020, a matriz energética brasileira era formada por derivados de petróleo (33,10%), biomassa da cana (19,10%), hidrelétrica (12,60%), gás natural (11,80%), lenha e carvão vegetal (8,90%), outras fontes renováveis (7,70%), carvão mineral (4,90%), urânio (1,30%) e outras fontes não renováveis (0,6%). A matriz energética de unidades do Alto Jequitinhonha guarda similaridade apenas com o consumo da energia hidrelétrica (12,60 e 14,15). Usando o critério de renovabilidade do BEN, percebe-se que as unidades familiares usavam 79,72% de energias renováveis de diversas origens, enquanto a média nacional era de 48,40%; o país consumia 44,90% de petroquímica, enquanto as unidades familiares absorviam apenas 16,98% dessa origem. A matriz energética do Brasil contava aproximadamente metade das fontes renováveis; nas unidades familiares do Alto Jequitinhonha era maior a renovabilidade das fontes. Evidentemente, é preciso considerar a maior complexidade do país; mas percebe-se que as unidades familiares conservam um estilo de consumo associado ao processamento e transformação de biomassa que, além disso, cria fluxos de saída renováveis.

Por fim, distanciando dos critérios do BEN e considerando a importância do esgotamento de fontes de energia, estas foram analisadas apenas na sua capacidade de renovação: separadas em fluxos de entrada e saída, comparados para analisar o quantitativo de renovabilidade “absoluta” da unidade familiar. Percebe-se na Tabela 3 que, das entradas de energia nas unidades familiares, uma média de 71,37% se originava de fontes renováveis, percentual composto por ração para animais, milho em grão, trabalho humano, farelo de trigo e cana de açúcar. Já 28,63% desses fluxos não eram renováveis, contando diesel, gasolina e a composição discutível da energia elétrica.

Tabela 3 - Fluxos médios das entradas e saídas de energia organizadas como renováveis e não renováveis, 2021

Tipo de fluxo	Entrada (%)	Saída (%)
Renovável	71,37	100,00
Não renovável	28,63	0,00
Total	100,00	100,00

Fonte: Pesquisa de campo com entrevista remota, 2021.

Na Tabela 3 pode-se notar que todos os fluxos de saída eram renováveis, constituídos por biomassa e trabalho humano. Das fontes de energias renováveis que entravam nas unidades familiares, 48,78% circulavam no subsistema criação de animais, 8,61% na unidade doméstica, 4,50% na lavoura, e 2,65% na horta. Já para as fontes de energias não renováveis, como óleo diesel e gasolina, a unidade doméstica respondia por 35,31% do consumo, e a indústria doméstica rural por 7,30%.

Considerações finais

Os resultados deste trabalho indicam que houve forte renovação dos fluxos de energia nas unidades familiares, que, consideradas como “sistemas fechados”, apresentam saldo negativo nas trocas com o exterior, e devem sua persistência à dissociação entre preços e conteúdos energéticos e, portanto, à dimensão das entradas monetárias. Esses agricultores captam energia produzida em locais distantes para convertê-la em meios de reprodução familiar, no caso, em abastecimento alimentar

territorial de elevada qualidade, adaptado aos costumes, usando matriz fundamentalmente renovável. Fluxos de origem agroindustrial e industrial pouco sustentáveis se transformam numa pauta alimentar afeita ao gosto local, baseada na indústria doméstica rural, no agroextrativismo e na horticultura não convencional. Convertem o milho transgênico do “agro” em fubá-de-munho e farinhas, em produtos reputados - requeijão, broa, “tareco”, “cobu” e “joão-deitado” – excelências da cultura material do vale do Jequitinhonha, revelando inesperadas conexões entre o global e o territorial.

É preciso não esquecer, porém, de complexidades estruturais e conjunturais. Nas estruturais desponta o clima, já peculiar ao Semiárido, acentuado por mudanças climáticas, que leva ao maior consumo de fluxos energéticos e à redução da produção, principalmente na lavoura. Das conjunturais, a pandemia, que prejudicou a produção e seu escoamento, as feiras e os programas de compras.

O ponto fulcral dos resultados, incluindo variáveis relevantes, estruturais e conjunturais, é o balanço energético negativo. Este balanço aponta para a necessidade de cuidar da capacidade de auto-sustentação do sistema produtivo, pois agricultura familiar é o elo mais frágil em qualquer mercado: pela quantidade de agentes enfrenta maiores ônus nas vendas fragmentadas, pela dispersão espacial arca com os empecilhos para organizar-se em nichos próprios, pelas regras estabelecidas para o jogo dificilmente consegue influir em programas.

Mas os resultados também apontam a necessidade de repensar políticas públicas.

De um lado, porque desvelam o caráter ambíguo de políticas que garantem ao mesmo tempo acesso subsidiado a itens de elevado conteúdo energético como serviços de trator e hidroeletricidade, e a itens sustentáveis como sementes crioulas que incentivam à produção agroecológica e à conservação do material genético. Essas políticas cooperam para a reprodução da agricultura familiar, mas como a reflexão sobre seu componente ambiental e agroecológico foi abandonado lá nos idos de 2015, seu foco se restringiu ao produtivismo, criando uma abordagem similar à da revolução verde, que estimula produzir alimentos ao mesmo tempo que produz dependência, contaminação e irracionalidade ecológica.

De outro lado porque, possibilitando conhecer a microeconomia dos recursos energéticos, o uso de energia como parâmetro de análise de sistemas agrícolas, metodologia aqui empregada, revela outra face dos programas de desenvolvimento rural,

indicando a viabilidade de novas abordagens e a necessidade de incorporá-las à gestão, ao planejamento, às inovações em iniciativas coletivas ou individuais, e às decisões relacionadas à renovabilidade de recursos. A análise energética aponta para a viabilidade de outros horizontes para reflexões e levantamentos, como por exemplo, a quantificação da energia autoconsumida e autoproduzida em cada subsistema, análises comparativas dos fluxos energéticos consumidos ou produzidos antes, durante e depois das secas prolongadas, e, principalmente, a necessidade de, continuamente, ponderar o conteúdo energético dos programas orientados para a agricultura familiar.

Agradecimentos

A pesquisa que originou este artigo foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Centro de Agricultura Alternativa Vicente Nica (CAV), aos quais os autores agradecem.

Referências bibliográficas

ALTIERI, M. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro, PTA/FASE, 1989.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Quase metade da água usada na agricultura é desperdiçada**. Brasília, 2019.

ANEEL - Agência Nacional De Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília, DF, 2005.

BALBINO, T. de F.; RIBEIRO, E. M.; SHIKI, S. de F. N. A dinâmica da agricultura familiar no Vale do Jequitinhonha mineiro e aspectos contemporâneos. **Revista de Economia e Sociologia**, 61(4), 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.258921>

BLANCARD, S.; MARTIN, E. Energy efficiency measurement in agriculture with imprecise energy content information, **Energy Policy**, v. 66, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.071>

BOTREL, N. *et al.* Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, 23, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17418>

BUENO, O. C. **Análise energética e eficiência cultural do milho em assentamento rural, Itaperá/SP**. Tese (Doutorado). PPGA-UNESP, São Paulo-SP, 2002.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. de. Balanços energéticos agropecuários: uma ferramenta importante como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 34, n. 6, 2004.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000600050>

CARVALHO, J. F. de. Energia e sociedade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300003>

CASTANHO FILHO, E. P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.30, tomos 1 e 2, 1982.

COMITRE, V. **Avaliação energética e aspectos econômicos da filière soja na região de Ribeirão Preto**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, 1993.

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

CRUZ, M. S. *et al.* Comprando qualidade: costume, gosto e reciprocidade nas feiras livres do Vale do Jequitinhonha. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 60, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.245926>

CUNFER, G.; WATSON, A.; MACFADYEN, J. Energy profiles of an agricultural frontier: the American Great Plains, 1860–2000. **Regional Environmental Change**, 18, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1157-x>

DELGADO, G. C. **Capital financeiro e agricultura no Brasil**. Campinas: Editora Unicamp/Ícone, 1985.

DIEGUES, A. C. (org). **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo, Nupaub/Edusp, 2000.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional - BEN**, 2021.

FAN, J. *et al.* Emergy and energy analysis as an integrative indicator of sustainability: a case study in semi-arid Canadian farmlands, **Journal of Cleaner Production**, v. 172, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.200>

FAO-UN - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative**. 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Plano de desenvolvimento para o Vale do Jequitinhonha**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2017.

GALIZONI, F. M. **A terra construída** - família, trabalho, ambiente e migrações no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. Fortaleza, ETENE/BNB, 2007.

GALIZONI, F. M. *et al.* Vozes da seca: lavradores, mediadores e poder público frente à estiagem no semiárido do Jequitinhonha. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 55, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.73756>

GINGRICH, S.; KRAUSMANN, F. At the core of the socio-ecological transition: Agroecosystem energy fluxes in Austria 1830–2010, **Science of The Total Environment**, v. 645, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.074>

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora Universidade UFRGS, 2000.

GRAZIANO, E.; GRAZIANO NETO, F. As condições da reprodução camponesa no Vale do Jequitinhonha. **Perspectivas**, São Paulo, n. 6, p. 85-100, 1983.

HAMDY A. *et al.* The water-energy-food security nexus in the mediterranean: challenges and opportunities. *In*: INTERNATIONAL SCIENTIFIC AGRICULTURAL SYMPOSIUM, 5., **Anais...**, Agrosym, 2014.

HERCHER-PASTEUR, J. *et al.* Energetic assessment of the agricultural production system. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 40, 29, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00627-2>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabelas de composição dos alimentos consumidos no Brasil**. 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas**. 2017.

MAUSS, M. **Ensaio sobre a dádiva**. Lisboa: Edições 70, 1988

MELLO, R. de. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, 1989. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901989000400005>

MIHOV, M.; TRINGOVSKA, I. Energy efficiency improvement of greenhouse tomato production by applying new biofertilizers. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 16, 2010.

ODUM, H. T.; ODUM, E. C. **O declínio próspero**. Petrópolis, Vozes, 2012.

PIMENTEL, D.; PIMENTEL, M. **Alimentação, energia e sociedade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.

REZENDE, C. F.; CARAMASCHI, E. M. P.; MAZZONI, R. Fluxo de energia em comunidades aquáticas, com ênfase em ecossistemas lóticos. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro-RJ, v. 12, n. 4., p.626-639, 2008. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2008.1204.04>

RIBEIRO, E. M. *et al.* Programas sociais, mudanças e condições de vida na agricultura familiar do Vale do Jequitinhonha. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 52(2), 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000200009>

RODRIGUES, J. C. M. **O nexu água, energia, alimentos aplicado ao contexto da Amazônia**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Filosofia e Ciências Humanas/UFGA, Belém, 2017.

SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.21, n.59, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100004>

SOARES, L. H. B *et al.* Balanço energético de um sistema integrado lavoura-pecuária no cerrado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 26. Soropédica-RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007.

SOUZA, J. L. **Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Versão 4. Campinas: Unicamp, 2011.

Recebido em 28/11/2023. Aceito para publicação em 12/03/2024
