

## **Balanco energético para uma lavoura de arroz em sistema de produção de base ecológica.**

*Energy balance in a rice crop in an ecological based production system*

NASCIMENTO, Paulo César do<sup>1</sup>; BELLÉ, Adílson<sup>2</sup>;  
FÉLIX, João Guilhermino Prieto<sup>3</sup>; FIOREZE, Cláudio<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Solos – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pcnasc@ufrgs.br; <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, adilsonbelle@yahoo.com.br; <sup>3</sup>Instituto federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Viamão, giminofelix@gmail.com; <sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Viamão, claudio.fioreze@viamao.ifrs.edu.br

### **Eixo temático: Desenho e manejo de agroecossistemas de base ecológica e em transição**

#### **Resumo**

A produção de base agroecológica tem aumentado sua participação na agricultura brasileira, envolvendo diversas culturas. No cultivo do arroz, essa produção tem destaque na região metropolitana de Porto Alegre, especialmente em assentamentos rurais. Entre os indicadores utilizados na avaliação do sistema de produção está o balanço energético da cultura. O objetivo do trabalho foi estimar um balanço energético para uma lavoura do arroz de base ecológica. Foram levantadas as operações e insumos utilizados em uma safra, utilizando-se valores de conversão energética, e também para a determinação da energia obtida na colheita. Os resultados obtidos indicaram uma relação “output/input” de 1,7, relativamente baixo se comparado a outras culturas, porém dentro do obtido para o arroz. Os fertilizantes foram o item que mais influenciou a energia dispendida, também seguindo uma tendência geral. O balanço energético mostrou-se uma ferramenta interessante para estudos dos sistemas de produção.

**Palavras-chave:** Agroecologia; Cultura do arroz; Assentamentos.

**Keywords:** Agroecology; Rice crop; Settlements.

#### **Introdução**

A produção de base agroecológica tem aumentado sua influência na agropecuária brasileira como um todo. As perspectivas desse sistema de produção, baseado em um enfoque científico (por meio da Agroecologia), são, entre outros, a valorização dos conhecimentos tradicionais dos produtores, a co-evolução dos sistemas sociais e biológicos, e, de forma mais ampla, o alcance de sistemas de produção mais sustentáveis dentro de uma escala multidimensional (CAPORAL et al., 2009).

A produção de base agroecológica (ou ecológica) na cultura do arroz tem destaque no estado do Rio Grande do Sul. Neste sistema, destacam-se os assentamentos da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Entre esses, o assentamento Filhos de Sepé tem cultivado, nos últimos anos, entre 1200 e 1400 ha do arroz orgânico em sistema pré-germinado, cerca de um terço de toda a área no RS.

Apesar da constante evolução do sistema, persistem ainda alguns problemas como a fertilidade do solo, e o manejo e qualidade da água após utilização no processo produtivo (ZANG et al., 2021). Esses problemas têm sido abordados, entre outras

formas, pela constituição de uma rede de instituições ligadas a Pesquisa e Extensão, e entidades e associações representativas dos produtores assentados, constituindo o Programa Estadual de Produção de Arroz de Base Ecológica (PEPABE). Entre os indicadores utilizados para avaliação do sistema, iniciam-se estudos sobre balanços econômico e energético desses sistemas, indicadores importantes na busca por uma qualificação dos sistemas de produção (GUZMAN; GONZALES DE MOLINA, 2015). Nos sistemas de produção de arroz são poucos os estudos envolvendo o balanço energético, destacando-se os de Teixeira et al. (2007) e Theissen et al. (2019).

O presente estudo tem por objetivo avaliar o balanço energético em área de produção de arroz de base ecológica em Viamão (RS), buscando contribuir no desenvolvimento de métodos, parâmetros e indicadores para o estudo.

## **Metodologia**

O estudo foi desenvolvido em área de lavoura de arroz no assentamento Filhos de Sepé, em Viamão, inserido na Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, e na bacia do Rio Gravataí. O clima é caracterizado como Cfa, com distribuição regular de chuvas em todo o ano. A área de estudo, de 28,4 ha, tem ocorrência de Planossolo Háplico (ZANG, 2020). Esta área, para efeito de identificação, é referida como AH-1, e a safra considerada para o estudo foi a de 2020-2021.

O sistema de produção utilizado é o pré-germinado, com base agroecológica, podendo-se também avaliar como constituindo-se um sistema de produção orgânico. Nesse sistema, o solo passa, após a safra, por uma incorporação superficial da palhada de arroz remanescente. Durante o inverno de 2020 a área permaneceu descoberta e drenada, com o desenvolvimento de plantas espontâneas. O preparo inicial do solo foi feito por passagem de grade leve, e nivelamento final da área. A semeadura em pré-germinado ocorreu em outubro de 2020, utilizando-se as variedades “Cateto”, “Aguilhão” e IRGA 417, em proporções aproximadamente iguais. A drenagem da área foi feita após alguns dias, até o estabelecimento inicial das plantas. A adubação foi feita antes do preparo inicial do solo, com cama de aviário em cerca de 2500 Mg/ha.

Para o estudo do balanço energético no cultivo da safra 2020-2021, foi realizada uma entrevista com o produtor, onde foi relatada toda a sequência de operações durante os períodos de pré-plantio, plantio e condução, e colheita, seguindo o modelo de Análise e Diagnóstico dos Sistemas Agrários – ADSA (BELLÉ et al., 2014). Foram consideradas todas as operações de preparo, semeadura, condução e colheita; os insumos utilizados, como sementes e adubos; a mão de obra humana; e o sistema de irrigação a partir do “levante” da água do manancial até a área considerada. Os cálculos foram realizados a partir de referências encontradas em Pimentel et al. (2003), Teixeira et al. (2007), Theissen et al. (2019) e Monteiro (s.d). A energia dispendida pela motobomba, para a irrigação da área, foi obtida pela potência total utilizada para a área total cultivada no assentamento (cerca de 1400 ha), e o cálculo proporcional pela área considerada (28,4 ha).

Para o cálculo da energia obtida pela colheita, foram utilizados os coeficientes apresentados por Guzman et al. (2014), com duas abordagens. Assim, foi calculada a energia obtida pela Produção Primária Líquida (PPL), que implica na produção líquida de biomassa total pela cultura (inclusão de raízes e parte aérea); e pela Biomassa Vegetal Colhida (BVC), relativa à produção efetivamente colhida e apropriada pela sociedade (GUZMAN et al., 2014; MENEZES NETO et al., 2018). Além disso, foi considerada, para a definição de PPL, a presença média de espontâneas nas áreas de cultivo. A energia obtida no processo foi abordada pelo índice de energia líquida – EL, que consiste na subtração entre EO (energia obtida) e ED (energia dispendida) em termos de energia líquida na colheita (ELC), considerando apenas a energia presente no total de grãos colhidos (BVC), e a energia líquida total (ELT), considerando toda a PPL. Foi também calculada a relação output/input, por meio do cálculo EO/ED.

## Resultados e Discussão

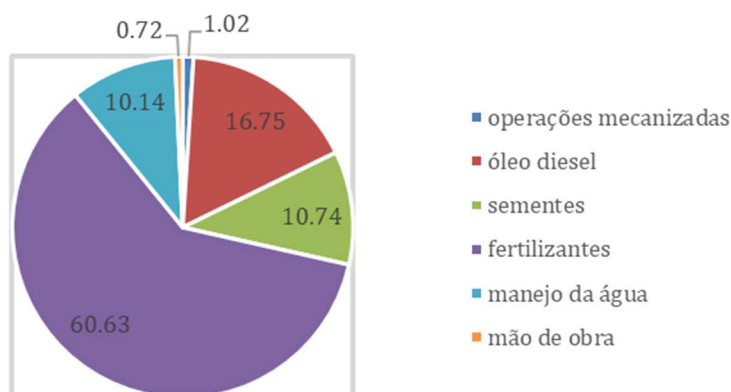
A Tabela 1 mostra os valores de energia dispendida e obtida, considerando a PPL total (Energia Total Obtida) e pela BVC (Energia Colhida Obtida), e os cálculos da Energia Líquida Colhida (ELC) e Energia Líquida Total, e as relações ETO/ED e ECO/ED. Os dados indicam uma relação relativamente baixa para os índices ETO/ED e ECO/ED, considerando-se resultados obtidos para outras culturas (THEISSEN et al., 2019). Pimentel et al. (2003), no entanto, indicam valores médios aproximados de 2,0, para a relação EO/ED, para cultura do arroz nos EUA, enquanto em sistemas utilizados em países em desenvolvimento, esse índice pode alcançar valores menores que 1,0. É interessante notar que, para esses últimos, o dispêndio energético foi em torno de 34 GJ/ha, cerca de 25% maiores em relação ao obtido no presente trabalho.

**Tabela 1.** Parâmetros energéticos da cultura de arroz AH-1.

Parâmetro avaliado	Valores
Energia dispendida – ED (MJ/ha)	27.995,9
Energia colhida obtida – ECO (MJ/ha)	47.716,6
Energia total obtida – ETO (MJ/ha)	140.536,7
Energia líquida obtida: ECO-ED (MJ/ha)	19.720,6
Energia líquida total: ETO-ED (MJ/ha)	112.540,7
ECO/ED	1,70
ETO/ED	5,02

No caso em questão, avalia-se que essas relações podem ser aumentadas por meio de práticas que permitam maior produtividade da área, com baixo dispêndio adicional de energia (DIEL et al., 2020).

Um outro ponto importante é a obtenção da energia provinda da PPL, cerca do dobro da obtida considerando-se a BVC. Isso mostra a importância da produção dessa biomassa total, na ciclagem de nutrientes e qualidade do solo, contribuindo para a sustentabilidade do sistema (GUZMAN et al., 2014). A Figura 1 apresenta a distribuição do dispêndio energético por itens, em termos percentuais.



**Figura 1.** Participação percentual dos diferentes itens de dispêndio energético da produção do arroz em AH-1.

Pode-se notar que o fertilizante (nesse caso, especificamente, cama de aviário) responde por cerca de 60% do dispêndio energético total. Em termos absolutos, isso correspondeu a cerca de 17 GJ/ha. Os adubos sintéticos apresentam um conteúdo energético maior, mas normalmente são aplicados em menores quantidades. O manejo da água também tem grande participação na ED. Essa é uma característica do sistema de produção do arroz irrigado, diferindo-se de demais culturas e aumentando a energia dispendida.

## Conclusões

O sistema de produção orgânico, em sistema pré-germinado, apresentou relações entre energia obtida e energia dispendida relativamente baixas, com possibilidade de melhoria a partir da racionalização do uso de alguns insumos e maior produtividade.

Os fertilizantes tendem a ser o item com maior participação no dispêndio energético, seguindo tendência tanto do arroz como de outras culturas anuais.

Os estudos sobre balanço energético apresentam um potencial para constituir-se em subsídio interessante para a análise dos sistemas de produção.

## Agradecimentos

Aos produtores e suas entidades representativas; a entidades parceiras, como o Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) e a Emater/RS; ao CNPq, pelo apoio ao projeto por meio do Edital NEXUS II )20/2017, sob número 441470/2017-3.

## Referências bibliográficas

BELLÉ, A. et al. Experiência de implantação e análise técnico-econômica da lavoura de arroz irrigado sob manejo orgânico na comunidade de Itapuã, Viamão/RS. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – V. 13, N. 2, 2014

CAPORAL, F. R. **Agroecologia**: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília (DF), 2009. 30 p.

DIEL, R. et al. **Manejo do sistema de produção do arroz irrigado de base ecológica**. In: Fundamentos, manejo e perspectivas da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul. Cooperativa dos trabalhadores assentados na região de Porto Alegre (COOTAP) – Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). Porto Alegre (RS), 2020, p. 11 – 57.

GUZMAN, G. I. et al. **Methodology and conversion factors to estimate the net primary productivity of historical and contemporary agroecosystems**. Sociedad Española de Historia Agraria, Documentos de Trabajo. Sevilla, Espana, 2014. 120 p.

GUZMAN, G. I.; GONZALES DE MOLINA, M. Energy efficiency in agrarian systems from an agroecological perspective. **Agroecology and Sustainable System Foods**, 389:8, 224-252, 2015. DOI: 10.1080/21683565.2015.1053587

MENEZES NETTO, J. B.; MATTOS, J. L.S.; CAPORAL, F. R. Análise da dinâmica energética de agroecosistemas. **Extensão Rural**, DEAER – CCR – UFSM, Santa Maria, v.25, n.3, jul./set. 2018.

MONTEIRO, J. B. R. **Métodos de avaliação de gasto energético**. Universidade Federal de Viçosa (MG). Acessível em <http://arquivo.ufv.br/dns/energetico.html>  
Acesso em setembro 2021

PIMENTEL, D. et al. **Energy inputs in crop production in developing and developed countries**. In: Food security and environmental quality in the developing World. CRC Press, Boca Raton (EUA), 2003. p. 129 – 151.

TEIXEIRA, G. T.; CARVALHO, R.V.; COSTA, J. A. V. Análise econômica e energética num sistema integrado de produção de arroz irrigado em transição para o cultivo orgânico. **Rev. Bras. Agrociência**, 13:319-324, 2007

THEISSEN, G.; SILVA, J. J. C.; ANDRES, A. **Parâmetros energéticos de dois métodos de preparo do solo após a colheita do arroz irrigado em um sistema arroz-soja**. XI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Balneário Camboriú (SC), 2019 (Anais).

ZANG, M et al. Quality of drained waters of the irrigated rice frames during the establishment of pre-germinated cultivation system. **Ambiente e Água**, 2019.  
doi:10.4136/ambi-agua.2642

ZANG, M. et al. **Evolução, desafios e perspectivas da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio grande do Sul**. In: Fundamentos, manejo e perspectivas da produção de arroz irrigado de base ecológica no Rio Grande do Sul. Cooperativa dos trabalhadores assentados na região de Porto Alegre (COOTAP) – Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). Porto Alegre (RS), 2020, p. 63-70.