06 AGILIDADE E EFICIÊNCIA NO PROCESSAMENTO DO MILHO VERDE: IMPACTO DO RALADOR ELÉTRICO NA SUSTENTABILIDADE.

Agility and efficiency in green corn processing: impact of the electric grater on sustainability.

Jacey da Silva Sousa [1]
Mirelly Dias Melo [1]
Antonio Lucieudo Gonçalves Cavalcante [2]
Valcicleide Oliveira dos Santos [3]

Resumo:

A crise climática global tem exigido mudanças nos modos de produção e consumo, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido brasileiro. A reutilização dos produtos eletrônicos que após o descarte são conhecidos como lixo eletrônico (e-lixo), a fim de possibilitar uma nova utilidade para estes resíduos de maneira que sua vida útil aumente. A construção de um ralador de milho elétrico com motor fruto da reutilização, justifica-se pela necessidade de otimizar o processo de preparo de alimentos derivados do milho. O processamento do milho com o uso do ralador manual é uma prática comum, mas marcada por grande esforço físico e baixa produtividade. Este estudo foi desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa e aplicada, com caráter descritivo e experimental. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um ralador elétrico para o processamento de milho verde, reutilizado motor. Ao analisar os dados, ficou evidente que a introdução do ralador elétrico representa um marco importante, otimizando tempo de trabalho e minimizando esforços físicos.

Palavras-chave: Ralador elétrico. Milho verde. Sustentabilidade.

Abstract:

The global climate crisis has demanded changes in production and consumption patterns, especially in vulnerable regions such as the Brazilian semi-arid region. The reuse of electronic products, known as e-waste after disposal, aims to give these residues a new purpose and increase their lifespan. The construction of an electric corn grater with a reused motor is justified by the need to optimize the preparation of corn-derived foods. Manual processing of corn using a manual grater is a common practice, but it is marked by significant physical effort and low productivity. This study was developed using a qualitative and applied approach, with a descriptive and experimental character. The objective of this work was to develop an electric grater for processing green corn, reusing a motor. Analyzing the data, it became evident that the introduction of the electric grater represents an important milestone, optimizing working time and minimizing physical effort.

Keywords: *Electric grater. Green corn. Sustainability.*

1. Estudantes 3º ano do curso técnico em Agroecologia da Escola Profissional do Campo Florestan Fernandes. E-mail: jacey.sousa@aluno.ce.gov.br.
2. Especialista em Agronomia pela faculdade FUTURA. Coordenador da Escola Profissional do Campo Florestan Fernandes. E-mail: antonio.cavalcante13@prof.ce.gov.br
3. Mestra em Zootecnia (Universidade Estadual Vale do Acaraú). Professora da Escola Profissional do Campo Florestan Fernandes. E-mail: valcicleide.santo@prof.ce.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A crise climática global tem exigido mudanças nos modos de produção e consumo, especialmente em regiões vulneráveis como o semiárido brasileiro. O aumento das temperaturas, a irregularidade das chuvas e a escassez de recursos naturais impactam a segurança alimentar, demandando soluções sustentáveis que respeitem os saberes tradicionais e incorporem inovações tecnológicas (IPCC, 2022).

Dentro desse cenário, o milho permanece como um dos principais cultivos alimentares do Brasil. Seu processamento é historicamente manual, exigindo esforço físico e tempo, condições que se tornam desafiadoras diante das pressões ambientais e sociais (EMBRAPA, 2022).

Diante do crescimento da geração de lixo eletrônico e dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses materiais, torna-se urgente desenvolver alternativas que aliem sustentabilidade e funcionalidade. A proposta de reaproveitar componentes eletrônicos na construção de um ralador elétrico de milho evita que equipamentos em desuso sejam descartados de forma incorreta e oferece uma solução eficiente para reduzir o esforço físico e o desperdício no processamento do milho verde.

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, conhecidos como lixo eletrônico (e-lixo), representam um grave problema ambiental. Segundo dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2024), o Brasil produz cerca de 11,4 kg de resíduos eletrônicos por habitante ao ano, muitos dos quais não recebem tratamento adequado, podendo causar contaminação do solo, da água e riscos à saúde humana (WESTWING, 2025). Nesse sentido, a reutilização desses materiais amplia sua vida útil e reduz impactos ambientais. Conforme destaca Kazazian (2009), "A exigência ambiental estimula a criatividade e pode estar na origem de maiores evoluções: novas funcionalidades, novos materiais, novas tecnologias, novos usos".

A construção de um ralador elétrico de milho com motor reutilizado justifica-se pela necessidade de otimizar o preparo de alimentos derivados do milho, especialmente em comunidades que utilizam o milho verde na produção de bolos, pamonhas, canjicas e outras receitas tradicionais. Atualmente, o uso de raladores manuais ainda é comum, porém esse método exige grande esforço físico, apresenta baixa produtividade e oferece riscos de acidentes, principalmente para mulheres e idosos que frequentemente realizam essa atividade.

A implantação de um ralador elétrico na Escola do Campo Florestan Fernandes localizada em Monsenhor Tabosa, Ceará representou um avanço significativo no processo produtivo de alimentos derivados do milho, promovendo maior agilidade no preparo, redução do esforço físico e aumento da produtividade. Além disso, a iniciativa fortalece atividades de geração de renda, podendo beneficiar agricultores familiares, associações comunitárias e cooperativas.

O equipamento proporciona um trabalho mais prático, higiênico e eficiente, reduzindo desperdícios e diminuindo a necessidade de mão de obra especializada, com pouco ruído e maior agilidade no processamento.

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver um ralador elétrico para o processamento de milho verde empregando um motor reutilizado. Como objetivos específicos, buscou-se reutilizar materiais eletrônicos descartados na construção do equipamento; desenvolver um ralador simples e seguro; reduzir o esforço

físico no processamento do milho; incentivar a produção de alimentos típicos derivados do milho; estimular a geração de renda na agricultura familiar e promover práticas sustentáveis por meio do reaproveitamento de resíduos eletrônicos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O planeta vive uma crise climática sem precedentes, provocada principalmente pelo modelo de produção e consumo insustentável adotado ao longo do último século. As mudanças climáticas, intensificadas pelas emissões de gases de efeito estufa e pelo uso excessivo de recursos naturais, demandam uma mudança urgente de comportamento não apenas no setor industrial, mas também em nível doméstico e comunitário (IPCC, 2022). Nesse contexto, práticas sustentáveis associadas à agricultura familiar e ao reaproveitamento de recursos tornam-se fundamentais para minimizar impactos ambientais e fortalecer formas de produção mais assertivas e sustentáveis.

A sociedade contemporânea produz toneladas de lixo eletrônico anualmente, com grande parte ainda descartada de forma inadequada, contaminando o solo, a água e o ar com metais pesados e componentes tóxicos (BALDÉ *et al.*, 2020). Uma das estratégias mais eficazes para abrandar esses impactos é o reaproveitamento funcional de componentes eletrônicos por meio da economia circular. O uso de motores reaproveitados na confecção do ralador elétrico representa uma aplicação prática desse conceito, agregando valor a materiais que seriam descartados e reduzindo a necessidade de produção de novos equipamentos. Dessa forma, o projeto articulou sustentabilidade ambiental, tecnologia social e inovação aos territórios rurais.

O milho é um dos alimentos mais presentes na culinária brasileira, especialmente no meio rural e em comunidades tradicionais. O seu processamento manual com o uso do ralador é uma prática comum, porém marcada por grande esforço físico, baixa produtividade e elevado tempo de trabalho (OLIVEIRA, 2010). Nesse sentido, a introdução de soluções automatizadas, como o ralador elétrico, proporciona ganhos em agilidade, ergonomia e aproveitamento do alimento, além de contribuir para o desenvolvimento de pequenos empreendimentos familiares e coletivos, especialmente, aqueles liderados por mulheres e jovens em áreas rurais.

A valorização dos saberes científicos e tecnológicos aplicados ao cotidiano das comunidades, quando integrados à Educação Ambiental, desempenha papel essencial na construção de sociedades mais conscientes, críticas e sustentáveis. A Educação Ambiental permite o desenvolvimento de uma visão sistêmica, estimulando atitudes proativas diante dos desafios ambientais locais e globais (LOUREIRO, 2006). Nesse contexto, o uso do ralador elétrico ultrapassa a dimensão técnica, tornando-se também uma ferramenta educativa capaz de estimular práticas sustentáveis, o reaproveitamento de resíduos e a valorização dos saberes tradicionais.

Segundo Silva *et al.* (2021), mesmo com espigas mais duras, o ralador elétrico de milho verde realiza a retirada da polpa sem dificuldades, proporcionando um trabalho mais prático, higiênico, com redução de desperdícios e diminuição da mão de obra. O conceito de sustentabilidade também é central neste projeto. A ONU (2023) define desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras. Nesse sentido, tecnologias que otimizam recursos, promovem bem-

estar e respeitam a cultura local, tornam-se fundamentais. O uso do ralador elétrico favoreceu esse equilíbrio, pois reduziu o esforço físico, minimizou perdas de alimento e contribuiu para uma produção mais limpa e eficiente.

Além disso, estudos apontam que a mecanização na agricultura familiar traz inúmeras vantagens quanto aos processos envolvidos nas operações agrícolas, embora ainda exista dificuldade de acesso dos pequenos produtores às tecnologias mecanizadas (ROMEIRO *et al.*, 2023). Assim, a adoção do ralador elétrico pode impactar não apenas a produção, mas também a dinâmica social e econômica das comunidades rurais, fortalecendo a geração de renda, a permanência das famílias no campo e a valorização das atividades alimentares tradicionais.

Também é importante destacar que a adoção de tecnologias no meio rural precisa ser acompanhada por ações educativas, formações e troca de saberes. O uso do ralador elétrico está alinhado aos princípios de uma abordagem transformadora da realidade socioambiental. Essa perspectiva defende a articulação entre ciência, cultura popular e práticas sustentáveis para a formação de sujeitos conscientes e atuantes frente às problemáticas ambientais (LOUREIRO, 2012).

Assim, utiliza-se o ralador elétrico de milho com reaproveitamento de materiais não apenas como uma solução técnica para o processamento do milho, mas também integra sustentabilidade, tecnologia social, Educação Ambiental e agricultura familiar como estratégias complementares de valorização cultural, adaptação às mudanças climáticas e fortalecimento da produção sustentável.

3. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma abordagem **qualitativa e aplicada**, com caráter **descritivo e experimental**, na perspectiva de analisar os impactos do uso de um ralador elétrico no processamento do milho verde no Assentamento Santana município de Monsenhor Tabosa, Ce. Segundo Gil (2008), pesquisas descritivas têm como objetivo observar, registrar e analisar fenômenos, sem interferir diretamente em sua ocorrência, permitindo compreender suas características e relações.

A abordagem qualitativa possibilitou a compreensão das práticas tradicionais utilizadas no assentamento e ou comunidades rurais e das percepções dos participantes em relação à introdução de uma tecnologia social adaptada às suas realidades. Conforme Minayo (2001), a pesquisa qualitativa permite compreender aspectos sociais, culturais e produtivos nas práticas cotidianas das populações.

O estudo foi desenvolvido em cinco etapas metodológicas: levantamento de dados, confecção do equipamento, elaboração de material educativo, análise comparativa e atividades de educação ambiental.

3.1 Levantamento de dados

Foi realizado um diagnóstico exploratório no Assentamento Santana, município de Monsenhor Tabosa – CE, com famílias que utilizam métodos tradicionais para o processamento do milho verde. Participaram da pesquisa 10 pessoas, sendo 8 mulheres e 2 homens, com faixa etária entre 30 e 60 anos. Os participantes

4 . Grifo dos autores.

são moradores do Assentamento Santana e atuam em atividades ligadas à agricultura familiar e no preparo de alimentos derivados do milho.

Os participantes foram selecionados de forma proposital, considerando critérios como experiência no processamento manual do milho verde, participação em atividades comunitárias e disponibilidade para colaborar com as etapas da pesquisa. Também foram priorizadas pessoas diretamente envolvidas na produção de alimentos típicos à base de milho, como pamonha, bolo e canjica.

Essa etapa identificou as práticas utilizadas no processamento do milho, as limitações relacionadas ao tempo de produção, esforço físico e desperdício de matéria-prima e compreendeu a percepção dos participantes sobre a utilização de tecnologias simples no meio rural.

Foram utilizadas técnicas de observação direta e entrevistas informais, metodologia amplamente utilizada em pesquisas qualitativas para coleta de dados em campo (LAKATOS; MARCONI, 2017). As entrevistas seguiram um roteiro semiestruturado contendo perguntas relacionadas:

- Ao tempo necessário para o processamento manual do milho verde;
- Ao esforço físico exigido durante a atividade de processamento de milho verde;
- À ocorrência de desperdícios durante a ralação do milho;
- À percepção dos participantes sobre o uso do ralador elétrico;
- À importância de tecnologias acessíveis para a agricultura familiar;
- Entrevistas com cozinheiras da Escola Profissional do Campo Florestan Fernandes e Escola Municipal São Francisco, além de moradores que realizam o processamento tradicional do milho;
- Observação do tempo e esforço físico empregado nos métodos manuais de processamento de milho verde;
- Identificação das técnicas tradicionais de ralação do milho utilizadas no Assentamento Santana, município de Monsenhor Tabosa – CE.
- Essas informações permitiram estabelecer um diagnóstico inicial das condições de trabalho e das necessidades tecnológicas existentes

As informações foram registradas em caderno de pesquisa de campo, registros fotográficos e observações realizadas durante as atividades práticas de processamento do milho verde.

3.2 Introdução do ralador elétrico

Após o levantamento das informações, foi desenvolvido um **ralador elétrico para processamento de milho verde**[4], utilizando um motor elétrico reaproveitado proveniente de sucata de eletrônicos localizada no próprio Assentamento.

5. Grifo dos autores.

A utilização de tecnologias simples adaptadas à realidade da agricultura familiar camponesa caracteriza-se como uma forma de tecnologia social, definida como soluções de baixo custo desenvolvidas em interação com a comunidade para resolver problemas locais (DAGNINO, 2014).

O ralador de milho foi construído com estrutura em aço inoxidável, material apropriado para processamento de alimentos devido à sua resistência, durabilidade e facilidade de higienização. O sistema de funcionamento baseia-se em um motor elétrico monofásico de 1/2 CV, 3500 rpm e 220 V, capaz de realizar a extração da polpa de milho verde de forma rápida e uniforme, com baixo consumo de energia. Considera-se que conforme Vasconcellos (2025) as Tecnologias Sociais (TS) situam-se entre a técnica tradicional e a tecnologia moderna, sem que isso as torne inferiores. Elas resultam de uma visão integrada das necessidades sociais e ambientais, podendo combinar elementos de ambas as modalidades para gerar soluções adequadas, como a que destaca-se neste trabalho.

O ralador desenvolvido pela Escola Ensino Médio Profissional do Campo Florestan Fernandes é composto pelos seguintes elementos:

- Motor elétrico reutilizado de sucata (1/2 CV, 3500 rpm, 220 V, monofásico);
- Estrutura de sustentação em aço inox;
- Disco de ralar em aço inox;
- Compartimento de alimentação para inserção das espigas;
- Saída da polpa ralada;
- Correia de acionamento do disco;
- Chave liga/desliga;
- Cabo elétrico PP 1,5 m com plugue macho;
- Sistema de proteção e segurança para o operador.

3.3 Elaboração de material educativo (folder)

Com o objetivo de ampliar a compreensão sobre o funcionamento do equipamento e incentivar práticas sustentáveis, foi elaborado um **folder educativo**[6] abordando:

- O funcionamento do ralador elétrico;
- O reaproveitamento de lixo eletrônico;
- Os benefícios da mecanização simples no processamento do milho;
- A redução do esforço físico no trabalho doméstico e comunitário;

6. Grifo dos autores.

- A importância da sustentabilidade ambiental.

O material foi distribuído durante oficinas educativas, feiras de ciências e atividades escolares, buscando disseminar informações e estimular o uso consciente de tecnologias apropriadas. De acordo com Jacobi (2003), ações educativas voltadas à sustentabilidade são fundamentais para promover mudanças de comportamento e incentivar práticas ambientalmente responsáveis.

Como etapa complementar, foi realizada uma oficina de educação ambiental, destacando a importância do reaproveitamento de resíduos eletrônicos e do uso sustentável dos recursos naturais. Durante a atividade foram abordados os seguintes temas:

- Destinação correta de lixo eletrônico;
- Reutilização de motores e componentes elétricos;
- Montagem e funcionamento do ralador elétrico;
- Aproveitamento integral do milho;
- Utilização de resíduos agrícolas, como sabugo e palha, para compostagem ou alimentação animal.

A educação ambiental tem papel fundamental na construção de práticas sustentáveis e na formação de cidadãos conscientes sobre o impacto de suas ações no meio ambiente (DIAS, 2004).

3.4 Análise comparativa dos métodos de processamento

Nesta etapa foi realizada uma análise comparativa entre dois métodos de processamento do milho:

- Ralador manual tradicional;
- Ralador elétrico desenvolvido.

A comparação foi baseada em indicadores de eficiência produtiva, esforço físico e sustentabilidade, conforme recomendações metodológicas de avaliação de tecnologias apropriadas em sistemas produtivos (ALTIERI, 2012). Foi avaliado o tempo de processamento.

Para a realização da análise comparativa, foi utilizada a mesma quantidade de milho verde em todos os testes, totalizando 15 (quinze) espigas por método avaliado. Os procedimentos foram repetidos 3 (três) vezes, em condições semelhantes de funcionamento, ambiente e operador do equipamento, buscando garantir maior confiabilidade aos resultados adquiridos. Durante os testes foram observados aspectos como tempo de processamento, esforço físico, desperdício de matéria-prima e desempenho do equipamento.

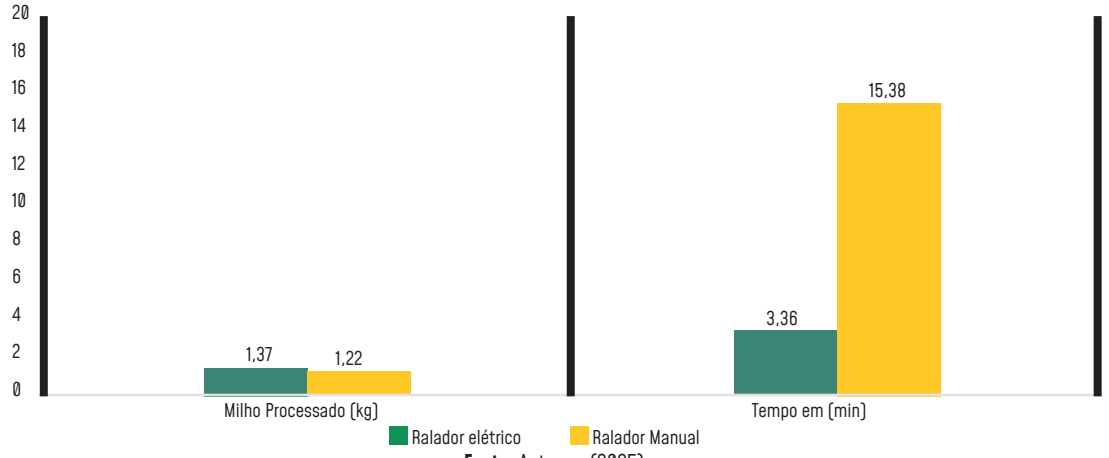
Os dados coletados foram registrados em fichas de observação e organizados em tabelas comparativas, permitindo a análise descritiva dos resultados obtidos entre o método manual e o ralador elétrico desenvolvido.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos com o desenvolvimento do ralador elétrico de milho verde evidencia uma solução inovadora, de baixo custo e com forte viés sustentável. O principal destaque está no reaproveitamento de um motor elétrico, o que não apenas reduz os custos de produção, mas também evita o descarte inadequado de equipamentos, alinhando-se aos princípios da economia circular e à mitigação de impactos ambientais, como o excesso de lixo eletrônico e a emissão de carbono associada à produção de novos equipamentos.

Ao analisar os dados, ficou evidente na Figura 01 que a introdução do ralador elétrico representou um marco importante. Otimizando tempo de trabalho e minimizando esforços físicos.

Figura 01 Comparação dos métodos de ralar milho verde (ralador manual e ralador elétrico).



Fonte: Autores, (2025).

O ralador elétrico se destacou significativamente nesse critério, apresentando um tempo de processamento quase cinco vezes menor (3 min e 36 s) em relação ao método manual (15 min e 38 s). Além disso, o método elétrico processou uma massa total de 1,37 kg de milho, enquanto o ralador manual alcançou 1,22 kg, extraindo a massa da mesma quantidade de espigas, 15 (quinze) para cada método, demonstrando maior eficiência no aproveitamento da matéria-prima para o método elétrico. Esses resultados demonstram considerável eficiência operacional do ralador elétrico de milho verde, tornando o equipamento ideal para situações que exigem rapidez e maior produtividade, como cozinhas de escola, empreendimentos de grupos de mulheres e jovens, cooperativas, associações comunitárias que demandam alto volume de processamento.

Durante o processo de ralar o milho no ralador manual, foram relatados dores e cansaço nos braços e ombros, em função do movimento repetitivo e contínuo necessário para processar o alimento, desconforto nas mãos, com registros de refinamentos causados pelo atrito direto com o utensílio, tornando o processo fisicamente desgastante e menos ergonômico. Esse esforço físico elevado representa um ponto crítico no uso do método manual, especialmente em contextos de produção repetitiva ou em larga escala, podendo impactar tanto a produtividade quanto a segurança e saúde do operador.

Os resultados obtidos neste trabalho não corroboram com os encontrados por CUSTÓDIO *et al.* (2020), que verificaram maior eficiência e menor risco ao operador no uso de um debulhador manual de milho

verde, sugerindo prováveis variações decorrentes do tipo de equipamento e das condições experimentais adotadas.

Já o ralador elétrico demanda mínimo esforço físico, limitando-se à alimentação do equipamento com o milho e à ativação do botão de funcionamento. O trabalho é automatizado, eliminando a necessidade de esforço físico contínuo e reduzindo o risco de fadiga ou lesões.

O ralador elétrico apresentou menor tempo de processamento e maior volume processado em relação ao método manual (Tabela 1). Isso demonstra não apenas ganho de tempo, mas também uma eficiência clara no aproveitamento do alimento, reduzindo o tempo de espera, menor desperdício e permitindo maior volume em menor tempo.

Silva *et al.* (2021) relataram, em trabalho de conclusão de curso, na confecção de um ralador elétrico de milho verde que os resultados obtidos foram satisfatórios, evidenciando elevados níveis de praticidade e eficiência no processamento do milho.

Durante a avaliação dos métodos de processamento do milho, foi observado que a quantidade de milho efetivamente processado variou entre os métodos, indicando diferenças nos níveis de aproveitamento do alimento e, consequentemente, na geração de resíduos e perdas. Isso indica menor perda durante o processo, com alto aproveitamento dos grãos. Esse resultado sugere que o ralador elétrico contribui para redução de desperdícios alimentares, o que representa um ponto positivo tanto do ponto de vista econômico quanto sustentável.

Perdas durante o processamento impactam diretamente na sustentabilidade alimentar. O ralador elétrico, por garantir melhor aproveitamento do milho, reduz o desperdício, o que é essencial em práticas sustentáveis e conscientes. O ralador elétrico se destaca como o método mais eficiente, produtivo e sustentável, oferecendo vantagens claras em todas as dimensões analisadas (Tabela 01). Já o ralador manual, apesar de ser uma alternativa de baixo custo e independência energética, apresenta limitações significativas de tempo, esforço e produtividade.

Tabela 01. Métodos de processamento do milho verde e análise comparativa dos indicadores (tempo de processamento, esforço físico, produtividade, resíduos e perdas, fonte energética e sustentabilidade).

Critério	Métodos de processamento do milho verde	
	Ralador Manual	**Ralador Elétrico**
Tempo de Processamento	15 min e 38 s	3 min e 36 s
Massa de milho processada	1,22 kg	1,37 kg
Esforço Físico	Uso contínuo de força manual durante todo o processo	Redução significativa do esforço físico devido ao acionamento elétrico
Resíduos e Perdas	Maior quantidade de resíduos aderidos ao sabugo	Menor quantidade de resíduos e melhor aproveitamento da polpa
Fonte de energia	Força humana	Energia elétrica com motor reutilizado
Sustentabilidade	Não utiliza materiais reutilizados	Utiliza motor reaproveitado de sucata eletrônica

Fonte: Autores (2025).

Silva *et al.* (2021) apresentou resultados semelhantes ao confeccionar um ralador elétrico de milho verde, mostrando que o dispositivo criado e aperfeiçoado as expectativas, gerando resultados satisfatórios e facilitou a produção dos derivados do milho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa evidenciou o ralador elétrico como alternativa mais viável e vantajosa sob os aspectos de produtividade, sustentabilidade, eficiência, com redução significativa do esforço físico, menores perdas, melhor aproveitamento da polpa de milho verde e maior segurança e higiene. Indicando que sua adoção por famílias, pequenos produtores, cooperativas, grupos de mulheres, associações comunitárias e escolas pode representar um avanço significativo na valorização da cultura alimentar, no desenvolvimento local e na redução do impacto ambiental com reaproveitamento de lixo eletrônico para promover inovações e transformações significativas na qualidade de vida das pessoas.

Mesmo com significativa evidência na modelização do processamento mecanizado de milho verde, a presente pesquisa apresentou algumas limitações, referente a recursos financeiros, apesentando - se, de natureza escassa ou ausente e ao tempo disponível para realização das análises comparativas entre os métodos de processamento do milho verde.

Outra limitação refere-se à ausência de instrumentos específicos para medições mais precisas de consumo energético, esforço físico e rendimento técnico do protótipo, sendo as análises baseadas na observação prática e na percepção dos participantes envolvidos no estudo.

Além disso, o ralador elétrico foi avaliado em condições específicas de uso, utilizando apenas milho verde e um único modelo de equipamento construído com motor reaproveitado. Dessa forma, futuras pesquisas podem ampliar os testes, incluir diferentes tipos e potência de motores, maior número de participantes e análises técnicas mais detalhadas sobre desempenho, durabilidade e eficiência energética do protótipo/ equipamento e designer de estrutura que facilite a locomoção do equipamento de um território para outro.

Destaca-se, ainda que, o estudo pode ser ampliado com maior número de participantes do próprio assentamento Santana e o envolvimento de famílias de outros assentamentos vizinhos, tendo em vista que foi desenvolvido em escala local, envolvendo apenas moradores do Assentamento Santana, o que limitou a ampliação dos resultados para outras realidades e contextos.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** São Paulo: Expressão Popular, 2012.

BALDÉ, C. P. *et al.* **The Global *E-waste* Monitor 2020.** Bonn: United Nations University, 2020.

CUSTÓDIO, T. V; SCHWAB, M. P; ANJOS, M. E. S. dos; MACHADO, R. L. T; MACHADO, A. L. T. Debulhador manual de milho verde para a agricultura familiar. **TECNOLÓGICA**, Santa Cruz do *Sul*, v. 24, n. 1, p. 34–40. 2020.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade.** Campinas: Unicamp, 2014.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2004.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho no Semiárido: práticas sustentáveis de cultivo e uso.** Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486917. Acesso em: 17 jun. 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Relatório de Avaliação AR6 – Síntese para Formuladores de Políticas.** Genebra: IPCC, 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch. Acesso em: 17 jun. 2025.

KAZAZIAN, T. (org.). **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2009. 194 p.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e a formação de sujeitos ecológicos: desafios para as práticas pedagógicas emancipatórias. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 21-35, 2006.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica: contribuições teóricas e desafios práticos**. São Paulo: Cortez, 2012.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, N. R. F. de. O campo das práticas e saberes alimentares a partir da agricultura familiar. **Revista Extensão Rural**, n. 20, 2010.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** [*S.l.*]: ONU, 2023. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 8 ago. 2025.

ROMEIRO, C. S. V; MOREIRA, I. C; BALBINO, P. H; BIBIANE, S; ALENCAR, P. H. B; SOUZA, E. J. de. Agricultura familiar combina com mecanização agrícola. *In:* **XIX UNIC – Anais**, 2023.

SILVA, C. H. A. M; SILVA, J. P. de C; DIAS JÚNIOR, R. B; FRANCO, T. T. **Ralador elétrico de milho verde. 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Mecânica) – ETEC: Francisco Garcia, Mococa, SP, 2021.

WESTWING, **Ralador de Milho.** Disponível em: https://www.westwing.com.br/guiar/ralador-de-milho/. Acesso em: 08/07/2025.