

RISCOS DA MECANIZAÇÃO E DA AUTOMAÇÃO PARA A SAÚDE E A SEGURANÇA DAS QUEBRADEIRAS DE COCO BABAÇU

*Risks of mechanization and automation to the health and safety of babassu
coconut breakers*

Bianka Caelli Barreto Rodrigues¹
Gabriel Mariano da Silva Barreto²
Sâmara Christina Souza Nogueira³
Christina Almeida de Araújo Beleza⁴

Resumo

Este artigo analisa os riscos da introdução de tecnologias de quebra do coco babaçu para a saúde, a segurança e a autonomia das quebradeiras, com atenção à preservação dos saberes tradicionais. A pesquisa é qualitativa, bibliográfica e documental, desenvolvida mediante revisão narrativa de estudos científicos, documentos institucionais e normas brasileiras. Distingue-se a mecanização manual da semiautomação e da automação, evitando atribuir inteligência artificial a equipamentos cuja documentação não demonstra esse recurso. A análise identifica publicações específicas sobre soluções tecnológicas para a atividade e evidencia a necessidade de diferenciar projetos de engenharia, experiências participativas e resultados de saúde efetivamente observados. Os possíveis efeitos negativos são discutidos em relação à organização do trabalho, ao controle dos equipamentos, à dependência de manutenção e à distribuição dos benefícios econômicos. A documentação examinada não autoriza afirmar que a automação tenha causado aumento generalizado de acidentes ou transtornos mentais entre essas trabalhadoras. Sustenta-se que a proteção da saúde exige avaliação do processo completo, participação das usuárias e compatibilidade entre inovação, direitos culturais e condições de reprodução comunitária. Conclui-se que a crítica à modernização deve incidir sobre escolhas técnicas e institucionais concretas, sem naturalizar a penosidade do trabalho tradicional nem tratar a eficiência produtiva como prova suficiente de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: quebradeiras de coco babaçu; automação; saúde do trabalhador; saberes tradicionais; tecnologia social.

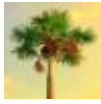
¹ Professora e mestrandia em Direito Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Coorientadora de TCC II no Centro Universitário FAMETRO. Manaus, Amazonas, Brasil. Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8952244019342342>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7953-9526>.

² Graduando em Direito pelo Centro Universitário FAMETRO. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: gabrielmariano088@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7009-2387>.

³ Doutoranda em Direito Ambiental pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Juíza do Trabalho no Tribunal Regional do Trabalho da 11ª Região. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: samara.nogueira@trt11.jus.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7754-1486>.

⁴ Bacharel em Direito pelo Centro Universitário Nilton Lins. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: chrisaraujobeleza@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5105-6389>.





Abstract

This article examines the risks posed by babassu nut-processing technologies to the health, safety and autonomy of women who traditionally break babassu coconuts, with particular attention to traditional knowledge. The study adopts a qualitative bibliographical and documentary approach based on a narrative review of scientific studies, institutional documents and Brazilian regulations. Manual mechanization, semi-automation and automation are distinguished, and artificial intelligence is not attributed to equipment without supporting documentation. The analysis identifies specific publications on technological solutions for the activity and emphasizes the difference between engineering projects, participatory initiatives and observed health outcomes. Potential adverse effects are discussed in relation to work organization, equipment control, maintenance dependence and the distribution of economic benefits. The documents reviewed do not support a claim that automation has caused a widespread increase in accidents or mental disorders among these workers. Health protection requires assessment of the entire work process, participation by users and compatibility between innovation, cultural rights and community livelihoods. The article concludes that criticism of technological change should address concrete technical and institutional choices, without naturalizing the burdens of traditional work or treating productive efficiency as sufficient evidence of sustainable development.

Keywords: babassu coconut breakers; automation; occupational health; traditional knowledge; social technology.

1 Introdução

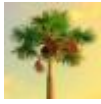
O trabalho das quebradeiras de coco babaçu reúne produção econômica, conhecimentos ambientais e organização coletiva. Sua transformação exige considerar saúde, reconhecimento do trabalho feminino e participação nas decisões. O Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPNI, 2017, apresentação da publicação) descreve essa realidade como “repleta de dificuldades, mas também com muita poesia, lutas e conquistas”.

A introdução de equipamentos costuma ser justificada pela redução do esforço e pela ampliação da produtividade. Essas finalidades podem atender a demandas legítimas das próprias usuárias. Entretanto, uma mudança técnica também pode deslocar o controle do ritmo, tornar a produção dependente de assistência externa e alterar a distribuição da renda.

O problema envolve, portanto, as condições em que a inovação é concebida, escolhida, utilizada e mantida. O desenvolvimento de alternativas de quebra é documentado pela Embrapa, no programa Prosa Rural (Ferramenta [...], 2022), enquanto o respeito à organização comunitária constitui diretriz da política de povos tradicionais (Brasil, 2007, Anexo, art. 3º, XVII).



Este trabalho está licenciado sob a **Creative Commons Atribuição–Não Comercial (CC BY-NC)**. É permitida a reprodução, distribuição e adaptação do conteúdo para fins não comerciais, desde que seja atribuída a autoria e indicada a fonte original.



A relevância da pesquisa está em examinar a modernização sem presumir que todo equipamento prejudique as quebradeiras. A lacuna identificada no conjunto consultado é a insuficiência de avaliações comparativas sobre saúde, segurança e autonomia no uso prolongado desses equipamentos. Projetos de engenharia e divulgação institucional não substituem essa demonstração. A investigação reúne fontes específicas e delimita o alcance das conclusões.

A pesquisa investiga em quais condições as tecnologias de quebra do babaçu podem comprometer saúde, segurança e autonomia. Seu objetivo é analisar esses riscos, distinguir modalidades técnicas, examinar a bibliografia específica e propor critérios de prevenção compatíveis com os direitos das comunidades tradicionais.

A perspectiva jurídico-ambiental decorre da vinculação entre trabalho, cultura e reprodução social. A Constituição assegura direitos à saúde e ao trabalho e protege os modos de criar, fazer e viver. A interpretação conjunta dessas disposições permite examinar a inovação como escolha que deve respeitar a dignidade humana, a prevenção de riscos e a participação comunitária, em vez de reduzir o desenvolvimento ao volume produzido (Brasil, 1988).

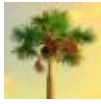
2 Metodologia e limites da pesquisa

A pesquisa é qualitativa, bibliográfica e documental, desenvolvida por meio de revisão narrativa orientada pelo problema de pesquisa e pela leitura crítica das fontes. Não constitui revisão sistemática, levantamento epidemiológico ou pesquisa de campo. Seu objetivo é analisar condições de risco e critérios de proteção.

Foram realizadas buscas em portais de periódicos, na SciELO, em repositórios universitários, nos acervos da Embrapa e em páginas institucionais da Fundação Banco do Brasil, do Instituto Sociedade, População e Natureza e da Organização Internacional do Trabalho. Utilizaram-se combinações de termos como “quebradeiras de coco babaçu”, “ergonomia”, “mecanização”, “máquina”, “semiautomação” e “tecnologia social”. A consulta e a conferência documental foram concluídas em 13 de outubro de 2026.

A inclusão privilegiou fontes com autoria ou responsabilidade institucional identificável, acesso ao conteúdo pertinente e relação direta com a atividade ou com o problema da prevenção. Foram diferenciados artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, registros de tecnologias sociais e documentos de comunicação institucional. A legislação e as normas regulamentadoras foram consultadas em fontes oficiais. Essa diferenciação evita





conferir a uma notícia ou a um protótipo o mesmo valor probatório de uma investigação sobre resultados ocupacionais. Na análise, foram diferenciados o estudo observacional de Vale *et al.* (2018) e o projeto de engenharia de Souza (2025).

A leitura foi organizada em quatro eixos: características dos equipamentos e grau de intervenção humana; riscos relativos à saúde e à segurança; controle do processo, conhecimentos e autonomia; e parâmetros normativos de proteção. Em cada eixo, separaram-se descrições documentais, conclusões das fontes consultadas e interpretações desenvolvidas neste artigo. Não foram calculadas frequências de ocorrência entre publicações, índices de adoção de máquinas ou estimativas de acidentes. A dimensão organizacional segue os parâmetros da NR-17 (Brasil, 2022, item 17.4.1).

A abordagem dedutiva articula critérios gerais de proteção e fontes específicas. Os cenários discutidos são hipóteses analíticas; não houve entrevistas, observação de campo ou diagnóstico clínico. Para orientar a avaliação, a NR-17 prevê “descrição e justificativa para definição de métodos, técnicas e ferramentas adequados para a análise e sua aplicação” (Brasil, 2022, item 17.3.3, c).

A revisão narrativa não é exaustiva e pode deixar de localizar experiências não publicadas. A ausência de evidência no material consultado não significa inexistência de benefícios ou danos. As conclusões devem, portanto, respeitar os limites da documentação encontrada.

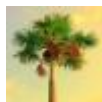
3 Automação, mecanização e bibliografia específica

A transformação técnica é examinada à luz da diversidade de soluções, da prevenção e da proteção cultural. A Embrapa, no programa Prosa Rural (Ferramenta [...], 2022), documenta equipamento manual; Souza (2025) apresenta proposta semiautomatizada. A NR-12 exige considerar as características das máquinas e do processo (Brasil, 2024, item 12.1.9). Como critério transversal, a política nacional protege “conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição” (Brasil, 2007, art. 3º, I).

3.1 Distinções necessárias para delimitar o objeto

Neste artigo, mecanização designa a incorporação de mecanismos que auxiliam ou substituem esforços realizados diretamente pelo corpo. O acionamento pode continuar inteiramente dependente da pessoa. Semiautomação refere-se à combinação de etapas mecanicamente executadas com alimentação, posicionamento ou outras intervenções humanas.





Automação indica a execução controlada de operações com menor intervenção direta, segundo uma sequência de operações ou um sistema de comando. São distinções operacionais adotadas para organizar a análise. A descrição institucional identifica dispositivo “mecanizado, acionado manualmente e acessível economicamente” (Ferramenta [...], 2022, descrição). Já Souza (2025) documenta uma proposta elétrica.

A existência de um motor não basta para demonstrar automação integral. Da mesma forma, um equipamento mecanizado não utiliza necessariamente inteligência artificial. Para atribuir essa característica, seria necessário identificar recursos concretos, como modelos computacionais empregados em percepção, classificação ou decisão. As fontes específicas examinadas não autorizam caracterizar o conjunto da quebra do babaçu como atividade robotizada ou comandada por inteligência artificial. A diferenciação orienta o enquadramento na NR-12 (Brasil, 2024, item 12.1.4) e a avaliação dos equipamentos pela NR-17 (Brasil, 2022, item 17.7).

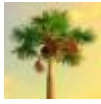
3.2 Fontes sobre equipamentos e desenvolvimento tecnológico

A bibliografia sobre a transformação tecnológica da quebra do babaçu requer distinguir equipamentos existentes, processos de validação e propostas de engenharia. Uma fonte diretamente pertinente é o registro da Embrapa Cacaos na plataforma Transforma, intitulado Ferramenta individual para quebra de coco babaçu. O documento descreve tecnologia da Embrapa Cacaos, acionada manualmente, com posição de trabalho ajustável e desenvolvimento participativo. Também registra dificuldades de compatibilidade de máquinas de grande escala com as condições da produção familiar (Embrapa Cacaos, 2021).

O registro documenta desenvolvimento participativo, mas não oferece estimativas independentes de diminuição de acidentes em longo prazo. O registro evidencia que a concepção técnica pode incorporar a participação das usuárias e permite examinar quais elementos do trabalho são preservados ou modificados pela inovação.

O acervo Infoteca-e da Embrapa contém o programa Prosa Rural de 2022 sobre a ferramenta para quebra do coco babaçu. A descrição identifica equipamento individual mecanizado e acionado manualmente, em fase final de validação pelas quebradeiras. Esse material constitui fonte institucional específica sobre a tecnologia e sua finalidade, devendo ser identificado como programa de rádio, e não como artigo científico ou estudo epidemiológico (Ferramenta [...], 2022).





Quanto à semiautomação, Souza (2025) apresenta trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecatrônica na Universidade Federal de Uberlândia. O projeto utiliza acionamento elétrico e sistema de transmissão mecânica para a quebra do fruto. Sua pertinência está em documentar uma solução de engenharia voltada à atividade. O estudo não deve ser citado como prova de implantação ampla ou de redução clínica de agravos entre comunidades usuárias. Na delimitação do projeto, o autor afirma: “O projeto foi fundamentado em princípios da engenharia mecânica aplicada e da tecnologia social” (Souza, 2025, resumo do registro no repositório).

A produção técnica mais ampla inclui o capítulo Babaçu, de Cavallari *et al.* (2015), publicado em Palmeiras nativas do Brasil. A obra aborda o aproveitamento do fruto e a mecanização do processamento. É uma referência de contexto tecnológico, útil para situar a quebra dentro da cadeia produtiva, sem lhe atribuir resultados sobre transtornos mentais ou efeitos ocupacionais não demonstrados na fonte.

3.3 Contexto social e qualidade das evidências

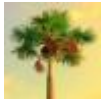
Novaes e Araujo (2016) examinam estratégias de resistência das quebradeiras e restrições de acesso aos babaçuais. O estudo contribui para situar as mudanças produtivas em relações territoriais e de poder. A pesquisa não compara máquinas e trabalho manual. Seu emprego neste artigo fundamenta o contexto social da discussão, preservando a diferença entre conflito territorial e efeito especificamente causado por um equipamento. O resumo destaca situações de “impedimento e restrição de acesso aos babaçuais” (Novaes; Araujo, 2016, p. 179).

O registro da cartilha Pequenos Projetos Ecosociais de Quebradeiras de Coco Babaçu, divulgado pelo ISPN em 2017, reúne aprendizados institucionais relativos a iniciativas de produção, beneficiamento e comercialização. Essa fonte ajuda a identificar a importância de projetos construídos em diálogo com organizações comunitárias. Sua natureza é institucional e reflexiva, e não equivale a acompanhamento clínico de trabalhadoras expostas à automação (ISPN, 2017). A leitura desse contexto também se articula à proteção dos modos de viver (Brasil, 1988, art. 216, II).

4 Saúde física e segurança na transformação do trabalho

O ponto de partida para a avaliação deve ser a situação real de trabalho. Vale *et al.* (2018), em estudo observacional descritivo com 275 mulheres em Itapecuru-Mirim, registraram relatos de sintomas osteomusculares em 93,5% das participantes e riscos biomecânicos na





coleta, no transporte e na quebra tradicional. Os autores também registraram a relevância da autonomia e da integração entre pares. Esses resultados dizem respeito ao trabalho observado, não a efeitos de automação.

A introdução de um dispositivo deve ser avaliada pela relação entre operação, postura, força e duração. Reduzir a força de um movimento pode constituir avanço, mas o resultado global depende da frequência com que ele é repetido e de como a jornada se organiza. Se uma tarefa se torna mais rápida, deve-se perguntar se o tempo economizado será convertido em recuperação ou em aumento da quantidade exigida. A ocorrência desse cenário analítico depende de verificação local.

A avaliação deve incluir alimentação do equipamento, retirada de resíduos, deslocamento das amêndoas e limpeza. As tarefas auxiliares podem manter a exposição a riscos. A segurança precisa abranger funcionamento regular, interrupções, falhas e ajustes.

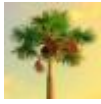
No caso de máquinas motorizadas, a NR-12 constitui referência para projeto e utilização segura, observadas as hipóteses de incidência. A norma prioriza medidas de proteção coletiva, administrativas ou de organização do trabalho e, posteriormente, de proteção individual. Também exige consideração das características do equipamento e do processo.

A análise preventiva não deve concentrar a responsabilidade na atenção da operadora, quando a exposição pode ser evitada por soluções de projeto (Brasil, 2024). O alcance temporal da prevenção inclui “transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento” (Brasil, 2024, item 12.1.1.1).

Uma ressalva jurídica é indispensável: o item 12.1.4, alínea a, exclui da NR-12 máquinas e equipamentos movidos ou impulsionados por força humana ou animal. Portanto, não se deve afirmar incidência automática dessa norma sobre a ferramenta manual descrita nas fontes institucionais. A exclusão específica não elimina a necessidade de avaliação de segurança; apenas impede apresentar um enquadramento normativo indistinto para equipamentos com características diferentes (Brasil, 2024).

Em máquinas elétricas, a apreciação técnica deve considerar partes móveis, alimentação do fruto, projeção de fragmentos, estabilidade e energia. A seleção de proteções exige profissional habilitado. O baixo custo não comprova a segurança do equipamento: seus componentes precisam atender às exigências de integridade e funcionamento.





A NR-17 orienta a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e contempla avaliação ergonômica preliminar e análise ergonômica do trabalho nas situações previstas. Seus parâmetros abrangem organização, equipamentos, mobiliário e ambiente. Na análise aqui proposta, a ergonomia deve orientar a seleção e o acompanhamento da tecnologia, respeitado o campo jurídico de aplicação da norma (Brasil, 2022).

É necessário distinguir relação de emprego, trabalho familiar e organização associativa. A presença de equipamento em uma comunidade não prova vínculo celetista. A incidência obrigatória das normas depende das circunstâncias jurídicas, sem prejuízo de sua utilização como referências técnicas de prevenção. Essa delimitação permite discutir políticas de saúde para trabalhadoras autônomas sem presumir a existência de um empregador ou reduzir sua proteção à existência de contrato formal.

5 Análise dos possíveis impactos psicológicos

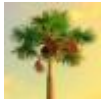
A Organização Internacional do Trabalho (International Labour Organization, 2025) aborda oportunidades e riscos da digitalização e da automação para a segurança e a saúde. O relatório é de alcance geral e não constitui investigação específica sobre o babaçu. Neste artigo, serve como referência para a importância da prevenção, da avaliação de riscos e da participação dos trabalhadores, sem autorizar a transferência de resultados de outros setores às comunidades extrativistas.

Uma possível fonte de tensão é a perda do controle sobre o tempo. Se o equipamento passa a ditar a velocidade da tarefa e a pausa depende de autorização externa, a transformação pode atingir a capacidade de autorregulação. Os possíveis efeitos dependem tanto do mecanismo quanto das regras de organização do trabalho.

O mesmo equipamento pode ser utilizado com metas rígidas ou com decisões compartilhadas, produzindo situações distintas que precisam ser descritas antes de qualquer conclusão. Essa preocupação encontra fundamento nos critérios de tempo e ritmo da NR-17 (Brasil, 2022, item 17.4.1).

Programas que substituem práticas sem aprendizagem acessível podem criar receio de exclusão. Esse risco deve ser avaliado em relação às funções desempenhadas e às oportunidades de formação. Idade ou condição social não permitem presumir incapacidade de aprender, rejeição à tecnologia ou preferência uniforme pelo método tradicional.





O trabalho coletivo pode ser reorganizado sem desaparecer. A disposição dos equipamentos e a forma de compartilhar tarefas podem conservar espaços de troca e apoio. Por outro lado, mudanças no acesso às máquinas ou na distribuição de horários podem produzir conflitos.

Esses efeitos são hipóteses dependentes do contexto, e não constituem resultados inevitáveis da mecanização. A avaliação deve acompanhar relações entre participantes, e não se limitar à satisfação individual com o dispositivo. Propõe-se, para o contexto comunitário, uma organização coerente com a orientação de “facilitar o trabalho em equipe” (Brasil, 2022, item 17.4.7, c).

A atenção à saúde mental requer canais que permitam comunicar dificuldades sem comprometer o acesso à produção. Se a trabalhadora percebe que relatar dor, cansaço ou insegurança será interpretado como incapacidade, pode ocultar problemas.

Recomenda-se construir formas de escuta compatíveis com a organização comunitária e com o sigilo. A informação sobre sintomas não deve ser utilizada para classificar pessoas como inadequadas à modernização. A escuta das usuárias é compatível com a diretriz de participação nos processos decisórios (Brasil, 2007, Anexo, art. 1º, X).

6 Desqualificação, perda de habilidades e saberes tradicionais

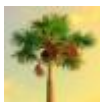
Nesta análise, desqualificação significa risco de redução do reconhecimento e do controle sobre competências. A substituição de um gesto não comprova a perda do conjunto dos conhecimentos associados à atividade. Importa verificar quais decisões permanecem com as trabalhadoras e quais passam a fabricantes, técnicos ou gestores.

A formação técnica pode ampliar habilidades. Aprender sobre manutenção, ajustes e prevenção pode fortalecer o controle comunitário do processo.

Para isso, a capacitação deve permitir participação efetiva nas decisões e não se limitar à repetição de comandos. O conteúdo precisa corresponder às tarefas reais, incluindo situações de falha e critérios para interromper o funcionamento.

Conhecimento técnico e saber prático podem ser complementares, sem hierarquia presumida entre as pessoas que os detêm. A proposta relaciona-se à capacitação prevista para máquinas abrangidas pela NR-12 (Brasil, 2024, item 12.16), sem presumir sua incidência sobre ferramentas manuais. A transmissão entre gerações também pode ser analisada como um processo dinâmico.





A continuidade cultural não exige reproduzir cada postura ou instrumento que cause sofrimento. Exige condições para transmitir sentidos, conhecimentos e decisões sobre o trabalho. As novas gerações podem aprender técnicas diferentes e permanecer vinculadas à atividade, desde que as mudanças não lhes sejam impostas como abandono obrigatório da experiência comunitária. A política nacional valoriza conhecimentos transmitidos pela tradição (Brasil, 2007, art. 3º, I).

Os arts. 215 e 216 da Constituição protegem manifestações culturais e incluem no patrimônio cultural os modos de criar, fazer e viver. A leitura desses dispositivos fundamenta a consideração dos saberes vinculados ao trabalho, sem significar que toda prática mencionada no artigo possua registro formal como patrimônio. A proteção constitucional orienta uma análise que reconhece a cultura como dimensão de direitos e de participação social (Brasil, 1988). O texto constitucional inclui expressamente “os modos de criar, fazer e viver” (Brasil, 1988, art. 216, II).

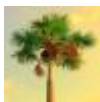
O Decreto nº 6.040/2007 associa os povos e comunidades tradicionais às suas formas de organização, territórios e conhecimentos transmitidos pela tradição. Seu Anexo prevê proteção de conhecimentos e promoção de tecnologias sustentáveis com respeito à organização social. A interpretação proposta é que a inclusão produtiva deve fortalecer a capacidade de escolha das comunidades, sem condicionar o acesso ao apoio público ao abandono de suas competências (Brasil, 2007).

7 Riscos e consequências da dependência tecnológica

A dependência tecnológica pode ser examinada pela capacidade de manter a atividade quando o equipamento apresenta falhas ou quando o suporte externo é interrompido. A compra de uma máquina não assegura o domínio de seu uso ao longo do tempo. Custos de reparo, disponibilidade de peças, energia e transporte para assistência devem integrar a decisão inicial. Essa avaliação permite antecipar situações em que um ganho operacional se converte em obstáculo à continuidade da produção. A NR-12 situa a manutenção no ciclo de utilização da máquina, reforçando sua importância preventiva (Brasil, 2024, item 12.1.1.1).

Um cenário possível é a concentração do processamento em um único equipamento. Se a produção de vários grupos passa a depender desse dispositivo, a interrupção pode afetar toda a rotina. O uso coletivo exige, portanto, planejamento do acesso, das prioridades e das alternativas em caso de falha. Uma política de implantação que considera apenas a entrega





inicial deixa sem resposta as condições de funcionamento futuro. O desenho coletivo pode apoiar-se na participação já documentada: “Essa ferramenta é fruto da construção de conhecimento de forma participativa” (Embrapa Cocais, 2021, seção Descrição).

A aquisição financiada exige avaliar se a produção necessária ao pagamento é compatível com os frutos disponíveis e com a jornada de trabalho desejada. Trata-se de critério de avaliação econômica, não de constatação de endividamento. A eficiência técnica deve ser confrontada com a viabilidade de uso.

Produzir mais não garante preço melhor ou aumento proporcional da renda. A avaliação deve distinguir receita, despesas e rendimento por participante. Se o ganho exigir maior jornada ou menor remuneração individual, a produtividade isolada não demonstra benefício social.

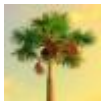
A avaliação ambiental deve considerar a escala de processamento e o destino dos componentes do fruto. Sem presumir que toda mecanização aumente o desmatamento ou o consumo de energia, recomenda-se que o desenho da inovação contemple origem da matéria-prima, aproveitamento de resíduos e compatibilidade com a conservação dos babaçuais. Uma mudança eficiente na quebra não deve ser analisada independentemente de suas relações com o território e com a disponibilidade do recurso. A recomendação decorre da proteção ambiental e da qualidade de vida (Brasil, 1988, art. 225).

A territorialidade ganha relevância porque uma máquina não assegura, por si mesma, acesso ao fruto. A discussão sobre tecnologia deve ser articulada às condições de uso dos espaços de coleta. Caso o acesso seja reduzido, um equipamento mais produtivo pode permanecer subutilizado. A análise jurídica deve articular os programas tecnológicos às medidas de proteção territorial e de reprodução social das comunidades. A política nacional reconhece os territórios como condição de reprodução cultural, social e econômica (Brasil, 2007, art. 3º, II).

8 Proteção jurídica do trabalho e do modo de vida

O art. 7º, XXII, assegura a redução dos riscos inerentes ao trabalho por normas de saúde, higiene e segurança. O art. 200, VIII, inclui entre as atribuições do SUS a colaboração na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho. A articulação desses comandos mostra que a prevenção tem dimensão coletiva e institucional. A definição dos direitos trabalhistas específicos exige o exame da situação concreta de cada trabalhadora, mas o cuidado em saúde não se limita ao emprego formal (Brasil, 1988).





A relação entre trabalho e ambiente também deve considerar o art. 225. A proteção dos recursos de que depende a atividade e a prevenção de riscos associados à produção integram uma perspectiva de sustentabilidade que não pode desconsiderar as pessoas. No argumento desenvolvido, conservar a base ecológica e proteger as condições de trabalho constituem exigências convergentes. A sustentabilidade não se verifica apenas pelo caráter vegetal da matéria-prima ou pela utilização de materiais reaproveitados (Brasil, 1988).

A proteção cultural acrescenta um limite às políticas concebidas sem diálogo. O art. 216, § 1º, prevê colaboração da comunidade na promoção e proteção do patrimônio cultural. Essa previsão oferece fundamento interpretativo para incluir as quebradeiras nas decisões sobre transformações que afetem práticas e conhecimentos. Não se afirma um procedimento único aplicável a toda aquisição de equipamento; sustenta-se a necessidade de mecanismos de participação adequados ao objeto e às pessoas envolvidas (Brasil, 1988).

O Decreto nº 6.040/2007 concretiza a perspectiva de desenvolvimento sustentável de povos e comunidades tradicionais. O Anexo reconhece diversidade socioambiental, participação nos processos decisórios e valorização da contribuição feminina. Também prevê inclusão produtiva por tecnologias sustentáveis, com respeito aos sistemas de organização e aos conhecimentos tradicionais.

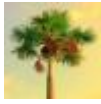
Desse conjunto decorre que a transformação técnica deve ser avaliada por sua adequação social, e não apenas por sua novidade (Brasil, 2007). O Anexo determina “reconhecer, proteger e promover os direitos dos povos e comunidades tradicionais sobre os seus conhecimentos, práticas e usos tradicionais” (Brasil, 2007, Anexo, art. 3º, XV).

A participação deve acolher diferenças internas de idade, renda, saúde e preferência. A liderança associativa pode representar interesses coletivos, mas a avaliação também precisa alcançar as pessoas diretamente expostas, inclusive aquelas que desejam outras formas de trabalho.

9 Estratégias de mitigação e prevenção

A primeira estratégia proposta é um diagnóstico participativo anterior à adoção. Devem ser identificadas as tarefas, dificuldades e expectativas, incluindo divergências sobre o que precisa mudar. Essa etapa permite distinguir a demanda por redução do esforço de uma pretensão externa de ampliação da escala produtiva. Quando os objetivos são definidos com clareza, torna-se possível comparar soluções e acompanhar se o equipamento atende ao





problema que justificou sua escolha. Na NR-17, a avaliação contempla análise da demanda e devolução dos resultados com participação dos trabalhadores (Brasil, 2022, item 17.3.3).

A avaliação inicial precisa reproduzir tarefas reais com supervisão técnica. Devem ser examinados frutos com características distintas, os procedimentos de alimentação do equipamento, a retirada de componentes e as interrupções antes da ampliação de seu uso. Os testes não devem expor participantes a perigos para comprovar funcionamento. A apreciação técnica e a adoção de proteções precedem o uso experimental, com informação compreensível sobre os limites do equipamento e sobre as condições em que a operação deve ser interrompida. A segurança no projeto e na utilização integra a NR-12 (Brasil, 2024, item 12.1.1).

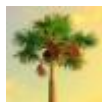
A organização do trabalho constitui uma estratégia própria de prevenção. Recomenda-se preservar possibilidades de pausa e estabelecer critérios para distribuição de tarefas. Se a máquina reduz esforço, essa melhoria não deve ser anulada por aumento automático das exigências de produção. A comparação entre métodos deve considerar a jornada efetiva e o rendimento distribuído, para que a velocidade do equipamento não se converta em único parâmetro de desempenho. A norma determina que “a introdução das pausas não pode ser acompanhada de aumento da cadência individual” (Brasil, 2022, item 17.4.3.2, a).

A capacitação deve abranger funcionamento, perigos, limpeza, manutenção e resposta a falhas. Demonstrações podem complementar orientações escritas e devem incluir verificação de compreensão. A formação amplia a capacidade de decisão, evitando tratar dificuldades previsíveis como falhas pessoais.

Um plano de manutenção deve definir responsáveis, recursos e procedimentos para períodos de indisponibilidade. Para equipamentos motorizados, intervenções devem respeitar as medidas técnicas de segurança aplicáveis, incluindo controle das fontes de energia nas situações pertinentes. O planejamento comunitário não dispensa competência profissional para tarefas que a exijam. Em contrapartida, a assistência especializada precisa ser organizada de modo que o grupo conheça as providências e possa acompanhar sua execução.

O acompanhamento em saúde deve incluir relatos de desconforto e ocorrências, com proteção de informações pessoais. Propõe-se avaliar a situação antes e depois da mudança em períodos comparáveis, considerando alterações de jornada e volume. O objetivo é identificar a necessidade de ajustes, preservando as informações de saúde e evitando classificações





individuais de tolerância ao esforço. Informações devem retornar às participantes e orientar decisões sobre continuidade, adaptação ou substituição da solução.

A governança econômica deve tornar transparentes custos, receitas e critérios de acesso. Equipamentos coletivos precisam de regras debatidas sobre horários, contribuições e utilização em caso de demanda simultânea. A distribuição dos benefícios não pode ser inferida do aumento total de produção. Recomenda-se analisar quem ganhou tempo, quem assumiu tarefas adicionais e como o resultado econômico foi repartido entre as participantes. A proposta de governança busca concretizar a participação nos interesses e direitos comunitários prevista na política nacional (Brasil, 2007, Anexo, art. 1º, X).

A implantação gradual deve permitir a revisão das decisões. Problemas de segurança, manutenção inviável ou efeitos organizacionais indesejados justificam reconsiderar a solução. A participação continua após a entrega, com acompanhamento e ajustes antes da consolidação de condições prejudiciais.

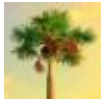
1 Conclusão

A pesquisa identificou documentação específica sobre desenvolvimento de tecnologias para a quebra do coco babaçu, permitindo delimitar o alcance da transformação técnica examinada. A documentação inclui ferramenta mecanizada manual, proposta semiautomatizada e estudos relacionados ao contexto ocupacional e social. Esse conjunto permite examinar caminhos de inovação, mas não comprova implantação generalizada de automação integral ou uso difundido de inteligência artificial na atividade. Essa distinção se fundamenta na leitura do programa Prosa Rural da Embrapa (Ferramenta [...], 2022) e do trabalho de Souza (2025).

A análise identifica riscos potenciais de inadequação técnica, restrição de pausas, manutenção inacessível, concentração de decisões e distribuição desigual de benefícios. Não comprova um aumento generalizado de acidentes ou transtornos mentais causado por máquinas. A demonstração desses efeitos depende de acompanhamento empírico.

Preservar a identidade cultural não implica manter condições penosas ou impedir mudanças desejadas pelas trabalhadoras. A proteção dos conhecimentos deve ser compatível com aprendizagem e aperfeiçoamento. A inovação pode fortalecer autonomia quando amplia capacidade de decidir, operar e sustentar o processo; pode fragilizá-la quando transfere essas competências e decisões a agentes externos sem participação efetiva da comunidade. A diretriz





normativa associa inclusão produtiva e valorização de “práticas, saberes e tecnologias tradicionais” (Brasil, 2007, Anexo, art. 3º, XVII).

A discussão jurídica indica que saúde, segurança, cultura e desenvolvimento sustentável precisam orientar conjuntamente os projetos. A Constituição e a política de povos e comunidades tradicionais oferecem fundamentos para valorizar o trabalho e os saberes, respeitar a organização social e prevenir exposições.

As normas regulamentadoras fornecem parâmetros técnicos, observadas suas hipóteses de aplicação e as diferenças entre equipamentos manuais e motorizados. Essa interpretação articula a proteção do trabalho e da cultura (Brasil, 1988, arts. 7º, XXII, e 216) e os parâmetros de prevenção da NR-17 (Brasil, 2022).

Pesquisas futuras devem comparar condições anteriores e posteriores à adoção dos equipamentos, acompanhando efeitos físicos, subjetivos e econômicos. A diversidade comunitária impede generalizações a partir de experiências isoladas. O rigor exige distinguir evidência e hipótese e orientar medidas concretas de proteção.

Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 out. 2026.

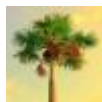
BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso em: 13 out. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17: ergonomia**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-17-nr-17/>. Acesso em: 13 out. 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-12: segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-12-atualizada-2024.pdf>. Acesso em: 13 out. 2026.



Este trabalho está licenciado sob a **Creative Commons Atribuição–Não Comercial (CC BY-NC)**. É permitida a reprodução, distribuição e adaptação do conteúdo para fins não comerciais, desde que seja atribuída a autoria e indicada a fonte original.



CAVALLARI, Marcelo Mattos et al. Babaçu. In: LOPES, Ricardo et al. (ed.). **Palmeiras nativas do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 83-114. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1050840>. Acesso em: 13 out. 2026.

EMBRAPA COCAIS. **Ferramenta individual para quebra de coco babaçu**. [S. l.]: Embrapa Cocais, [2021?]. Registro no Banco de Tecnologias Sociais Transforma, da Fundação Banco do Brasil. Tecnologia finalista em 2021. Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/ferramenta-de-quebrar-coco-babacu>. Acesso em: 13 out. 2026.

FERRAMENTA para quebra do coco babaçu é tecnologia social em reta final de validação pelas quebradeiras: programa 9: Norte. Produção: Embrapa e Embrapa Cocais. Brasília, DF: Embrapa; São Luís: Embrapa Cocais, 2022. 1 arquivo de áudio (MP3). Programa Prosa Rural, maio. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1143527>. Acesso em: 13 out. 2026.

INSTITUTO SOCIEDADE, POPULAÇÃO E NATUREZA (ISPN). **Cartilha Pequenos Projetos Ecosociais de Quebradeiras de Coco Babaçu: reflexões e aprendizados**. Brasília, DF: ISPN, 7 nov. 2017. Página de divulgação da publicação. Disponível em: <https://ispn.org.br/publicacao/cartilha-quebradeiras-de-coco/>. Acesso em: 13 out. 2026.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. **Revolutionizing health and safety: the role of AI and digitalization at work**. Geneva: ILO, 2025. Disponível em: <https://www.ilo.org/publications/revolutionizing-health-and-safety-role-ai-and-digitalization-work>. Acesso em: 13 out. 2026.

NOVAES, Jurandir Santos de; ARAUJO, Helciane de Fátima Abreu. Cartografia social na região ecológica do babaçu: estratégias de quebradeiras de coco e processos sociais atinentes aos babaçuais. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 20, n. esp., p. 179-188, nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2865.v20nEp179-188>. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/5966>. Acesso em: 13 out. 2026.

SOUZA, Pablo Vitor Amorim. **Máquina semiautomatizada e sustentável para quebra do coco babaçu: uma solução tecnológica de baixo custo para redução de esforço e risco nas comunidades extrativistas**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecatrônica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/47963>. Acesso em: 13 out. 2026.

VALE, Scheila Regina Gomes Alves; BONFATTI, Renato José; SOUZA, Alzira Galião; TEIXEIRA, Liliane Reis. Análise ergonômica da atividade de quebra tradicional do coco babaçu no município de Itapecuru-Mirim/MA. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 43, e2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000002416>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/a/KLBVttrBgZ9zyWGngJY3VJx/>. Acesso em: 13 out. 2026.

