



## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS GERADAS PELA EMBRAPA

<b>Nome da solução tecnológica:</b>	<b>Processamento industrial de castanha-de-caju</b>
<b>Ano de avaliação da solução tecnológica:</b>	2023
<b>Unidade(s) responsável(is) pela solução tecnológica:</b>	Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)
<b>Profissional (is) responsável (is) pela elaboração do relatório da solução tecnológica:</b>	Carlos Wagner Castelar Pinheiro Maia João Bosco Cavalcante Araújo Lucas Antonio de Sousa Leite Sérgio César de França Fuck Júnior

Fortaleza, janeiro de 2024

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS GERADAS PELA EMBRAPA

### APRESENTAÇÃO

A cajucultura do Nordeste possui importância significativa na geração de emprego e renda, bem como na oferta variada de uma gama de produtos alimentícios. Além disso, os Estados produtores se beneficiam de uma planta que produz em meio à entressafra enquanto culturas tradicionais se veem às voltas com as limitações trazidas pela escassez hídrica.

Um dos principais desafios enfrentados pelo setor, contudo, é transformar o extrativismo ainda existente nessa atividade, caracterizado pelo baixo nível tecnológico e focado somente na exploração da Amêndoa da Castanha-de-Caju (ACC), em uma produção integrada e tecnificada com impactos positivos em sua sustentabilidade e competitividade. Para tanto, é preciso haver inovações radicais tanto na organização da cadeia quanto na adoção de tecnologias que possam agregar valor ao produto como um todo.

A abordagem sistêmica da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Embrapa Agroindústria Tropical incorporou a dimensão da cadeia produtiva como um todo, ou seja, contemplou estudos que abrangem desde os antecedentes da produção e fornecedores de insumos à produção agrícola, passando pela agroindústria até o consumo final dos produtos, com o aproveitamento dos resíduos agroindustriais nesse ínterim.

A possibilidade de ampliar a cesta de produtos antes centrada fortemente apenas na castanha constitui as bases para uma estratégia de repaginação dessa atividade. Para tanto, os elos da cadeia produtiva precisam adotar as tecnologias atualmente disponíveis que certamente elevarão a produtividade e qualidade de todos os produtos extraídos de sua produção e processamento, cumprindo diferentes rotas tecnológicas de beneficiamento da amêndoa e do pedúnculo que ampliam destacadamente a gama de produtos e coprodutos com elevado valor agregado, a exemplo de fibra para produtos *plant-based*, caju de mesa, suco, cajuína, extrato concentrado de carotenoides e polifenóis, suco base, torta proteica de amêndoas, óleo gourmet, leite, creme de leite e leite condensado vegetal, dentre tantos outros.

Na presente avaliação, destacamos quatro dessas possibilidades:

a) Clones de cajueiro-anão: comparação com o cajueiro comum no quesito renda obtida em um hectare (preço multiplicado pela produtividade). Os clones possuem maior produtividade e preço da castanha mais elevado;

b) Processo industrial para obtenção de amêndoas de castanha-de-caju por autoclavagem e corte por navalha, ora referido como “Processamento industrial de castanha-de-caju”. Modalidade de aplicação/uso: Minifábricas de processamento de castanha-de-caju: paralelo estabelecido entre a venda de 5 kg de castanha in natura com 1 kg de amêndoa. Apelo: oportunidade de agregação de renda propiciada aos agricultores com a instalação das minifábricas (possibilidade de beneficiar a amêndoa no lugar da venda da castanha in natura às grandes fábricas). Modalidade de aplicação/uso: as grandes fábricas também vêm utilizando cada vez mais este processo, aumentando o percentual de amêndoas inteiras;

c) Caju de mesa (tecnologias pós-colheita): comparativo estabelecido entre a renda propiciada, em um hectare, pelo caju de mesa e a renda, na mesma área (ha), com castanhas dos clones (preço e produtividade) + 30 % de aproveitamento de pedúnculo (na mesma área);

d) Fibra de caju, estudo em parceria CTAA e CNPAT. A solução tecnológica se define como um kit de técnicas voltadas para a transformação e aplicação da fibra de caju na indústria de alimentos. O uso deste kit se materializa por duas etapas bem distintas: 1) a extração da fibra comestível do bagaço de caju; 2) a inserção da fibra de caju em alimentos “plant-based”.

A seguir, são apresentados os dados de impactos econômicos, sociais, ambientais e institucionais gerados pela solução tecnológica “Processamento industrial de castanha-de-caju”.



## 1.8. Descrição Sucinta

O processamento da castanha-de-caju constitui a principal atividade desse agronegócio. O mercado de amêndoas de castanha-de-caju no Brasil sofreu alterações importantes ao longo de sua história. Nos primórdios da atividade, o processamento da castanha era basicamente realizado de modo artesanal e muito incipiente, e se destinava a uma diminuta parcela de consumo interno.

Com o crescimento da cajucultura e a elevação dos volumes de produção, lastreados pelos incentivos fiscais e programas de reflorestamento que se iniciaram nos anos 1960, foram instaladas grandes fábricas de processamento de castanha-de-caju. A tecnologia utilizada nesses empreendimentos foi, predominantemente, de equipamentos mecanizados adaptados do processo *Sturtevant* desenvolvido na Inglaterra na década de 1930.

Esse processo mecanizado consiste na prévia umidificação das castanhas, seguido de um período de repouso de até três dias, após o que as castanhas são submetidas a um cozimento em banho de LCC (Líquido da Casca da Castanha-de-Caju) em elevada temperatura, sendo depois decorticadas por impacto.

O domínio das grandes fábricas na aquisição da matéria-prima e o seu *drive* exportador das amêndoas produzidas moldaram fortemente essa cadeia produtiva. Nessa fase, de um lado, o mercado interno recebia basicamente as amêndoas que não estavam no padrão de exportação e, de outro, os produtores estavam reféns da oligopsônica atuação dos corretores/compradores credenciados por estas fábricas. A exportação de castanha-de-caju in natura (matéria-prima) era proibida por lei para proteger a indústria local.

Foi nesse contexto que, em meados dos anos 1990, a Embrapa Agroindústria Tropical e seus parceiros conceberam a estruturação de uma linha de processamento de castanha-de-caju modular, com equipamentos de pequeno porte (que recebeu uma denominação popular de “minifábricas de castanha-de-caju”), viabilizando a descentralização industrial, oportunidades de agregação de valor à matéria-prima pelos produtores, geração de emprego e renda na zona rural, e a obtenção de amêndoas com elevado padrão de qualidade (integridade, cor, sabor).

Essa solução tecnológica viabiliza um tipo de processamento que difere do processamento praticado pelas grandes fábricas, essencialmente, nas etapas de preparação da castanha para o corte e na operação do corte propriamente dito. A etapa de preparação da castanha para o corte nesse caso é feita utilizando-se um vaso cozedor que promove a autoclavagem da castanha no vapor de água. A outra etapa que diferencia esses métodos de processamento é a operação do corte. No caso, o processo é feito com equipamento com navalhas específicas, operado manualmente ou mecanicamente, promovendo individualmente a separação da amêndoa da casca. Essas diferenças repercutem no resultado final dos processos como pode ser visualizado na Figura 1, abaixo.



**Figura 1.** Perfil de amêndoas resultantes de diferentes métodos de processamento. Da esquerda para direita: grande fábrica, minifábrica, e artesanal. Fonte: Noz do Brasil ([www.nozdobrasil.com.br](http://www.nozdobrasil.com.br)).

Dessa forma, uma das principais vantagens no processo de corte empregado nas “minifábricas” é que ele resulta num maior rendimento de amêndoas inteiras, de coloração branco marfim e com sabor característico. Essas são as características principais que, juntamente com o tamanho, determinam os preços das Amêndoas de Castanha-de-Caju (ACC). São as amêndoas inteiras o produto de maior valor, enquanto as quebradas ou com os cotilédones separados têm valores de venda depreciados. Desta forma, o modelo do processamento introduzido pelas “minifábricas” contribui para o aumento da rentabilidade dos empreendimentos. Na Figura 2, a seguir, podem-se visualizar alguns tipos de amêndoas de castanha-de-caju quebradas.



**Figura 2.** Amostra de amêndoas quebradas. Da esquerda para direita: batoques, bandas e pedaços.  
Fonte: Pesquisa de campo.

As principais vantagens das “minifábricas” são: o estímulo às Boas Práticas Agrícolas (BPA), o uso de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e utilização de equipamentos especializados; incentivo a pequenos e médios produtores de castanha a agregar valor à matéria-prima por meio de associações, cooperativas e suas representações; geração de empregos para as comunidades nas etapas de plantio, tratos culturais, colheita, beneficiamento da castanha e na comercialização dos produtos obtidos no seu processamento.

O trabalho da equipe da Embrapa Agroindústria Tropical e dos parceiros envolvidos no desenvolvimento e implementação dessa tecnologia foi agraciado com o prêmio Ruraltech – Mostra Internacional de Tecnologias para o Agronegócio, em Londrina/PR (1999), e classificada entre as tecnologias finalistas do prêmio Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil - FBB (2001). Os equipamentos basilares e o processo desta solução tecnológica foram disseminados a partir do financiamento da FBB que promoveu a revitalização ou implantação de novas “minifábricas” nos Estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia, sendo considerado um marco na adoção dessa tecnologia (PESSOA et al., 2006).

Nos últimos dez anos, o Vietnã consolidou-se como o maior processador de castanha-de-caju e maior exportador de amêndoas de castanha-de-caju. Esse país implementou plantios com nível tecnológico elevado, adotou uma postura agressiva na compra de matéria-prima de outros países e estruturou unidades de processamento utilizando autoclavagem e uma linha avançada de mecanização baseada no corte por navalhas. O Brasil tem importado algumas dessas máquinas e já existem no Estado do Ceará dezenas de metalúrgicas fabricando modelos análogos de diferentes portes.

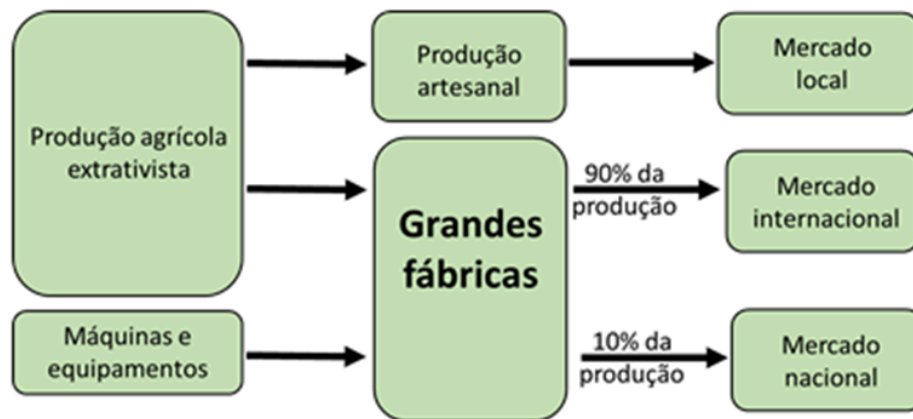
Por fim, merece destaque o fato da maior empresa brasileira de processamento de castanha-de-caju, sediada no Estado do Ceará, ter reestruturado em 70% a sua linha de processamento no ano de 2022, passando a processar a matéria-prima, predominantemente, utilizando o modelo operacional preconizado pela solução tecnológica engendrada pela Embrapa e seus parceiros. Da mesma forma, a produção artesanal também está se rendendo a essa tecnologia uma vez que vem processando a castanha por esse mesmo caminho tecnológico, promovendo, na finalização do processo, a tostagem da amêndoa em um tacho sem óleo, de modo a obter um produto com a característica da amêndoa artesanal. Em suma, fica patente a tendência à universalização dessa solução tecnológica.

## 1.9. Beneficiários

Os beneficiários da solução tecnológica são pequenos, médios e grandes produtores de castanha-de-caju, produtores rurais e fornecedores de insumos agrícolas e agroindustriais da cadeia da cajucultura.

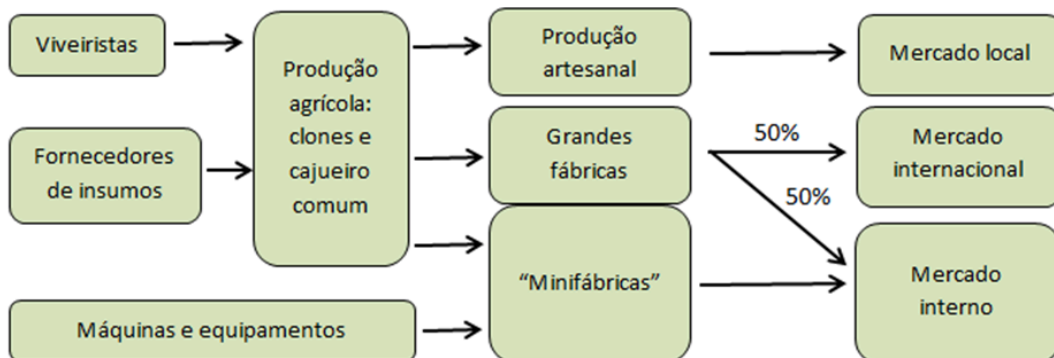
## 2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

O desenho original da cadeia produtiva agroindustrial do caju destinada à obtenção de amêndoas envolvia basicamente os elos da produção agrícola extrativista, do processamento centrado na grande fábrica, da venda e distribuição majoritariamente (> 90%) direcionada para exportação, e a finalização dos produtos por empresas torrefadoras nos países importadores (vide Figura 3). As amêndoas exportadas pelo Brasil são comercializadas como *commodities* em caixas com 22,68 kg (50 libras-peso) de amêndoas de castanha-de-caju classificadas por tamanho, integridade e cor. Os equipamentos tradicionais utilizados no beneficiamento da castanha foram obtidos originalmente de fabricantes externos (marca *Sturtevant*, da Inglaterra) e foram adaptados e multiplicados por metalúrgicas locais.



**Figura 3.** Esquema da cadeia produtiva agroindustrial do caju antes da tecnologia de “minifábricas” de castanha-de-caju desenvolvida pela Embrapa.

O impacto da solução tecnológica de processamento utilizando autoclavagem e corte por navalhas (originalmente denominado “minifábricas de castanha-de-caju”) se irradia por todos os elos da cadeia produtiva agroindustrial, conforme pode ser visualizado na Figura 4, e descrito a seguir.



**Figura 4.** Esquema da cadeia produtiva agroindustrial do caju após a tecnologia de “minifábricas” de castanha-de-caju desenvolvida pela Embrapa.

No elo de fabricantes/fornecedores de insumos ou equipamentos para produção agrícola envolve não só produtores de mudas enxertadas (viveiristas), como também fornecedores de fertilizantes, produtos de combate a pragas e doenças da cultura, e demais máquinas e equipamentos agrícolas.

O elo da produção agrícola normalmente caracterizado apenas como fornecedor de matéria-prima, sem diferenciação, passou a ter alternativas. A menor escala das “minifábricas” permite um maior controle de qualidade de cada lote de castanha adquirido *vis a vis* com o resultado obtido e comercializado, o qual guarda estreita relação com o desempenho industrial, e conseqüentemente, permite interações entre produtores e processadores quanto às boas práticas de produção. O maior rendimento industrial de um lote de castanhas de um dado fornecedor é facilmente percebido na linha de produção de menor porte. Isso não ocorre na grande fábrica cuja escala inviabiliza essa identificação. É comum os preços pagos pela matéria-prima nas ditas “minifábricas” reconhecerem diferenciais de qualidade, premiando os produtores com matéria-prima de qualidade com preços mais atrativos.

Quanto aos impactos no elo industrial é importante destacar que o módulo original para a implantação de uma “minifábrica de processamento de castanha-de-caju” era constituído por sete equipamentos básicos de pequeno porte: classificador, cozedor, máquina de corte, estufa, umidificador, despeliculador e fritadeira, ajustáveis às necessidades de cada unidade industrial, com capacidade de processar diariamente desde 110 quilos de castanha em uma unidade de pequeno porte até 5.500 quilos de castanha para um módulo agroindustrial múltiplo (PAIVA et al., 2000).

Nos anos mais recentes essa configuração tem sofrido ajustes. A principal delas tem sido a superação da máquina de corte manual por equipamentos mecanizados com 2, 4, 6 ou mais bocas (que significa o número de castanhas que são decorticadas por vez. Vide ilustrações na Figura 5, a seguir).



**Figura 5.** Exemplares de máquinas produzidas em metalúrgica no Estado do Ceará para decorticação de castanha-de-caju.

Assim sendo, além dos impactos diretos na geração de empregos nas unidades de processamento, é importante destacar também os impactos básicos decorrentes da demanda pela fabricação de equipamentos.

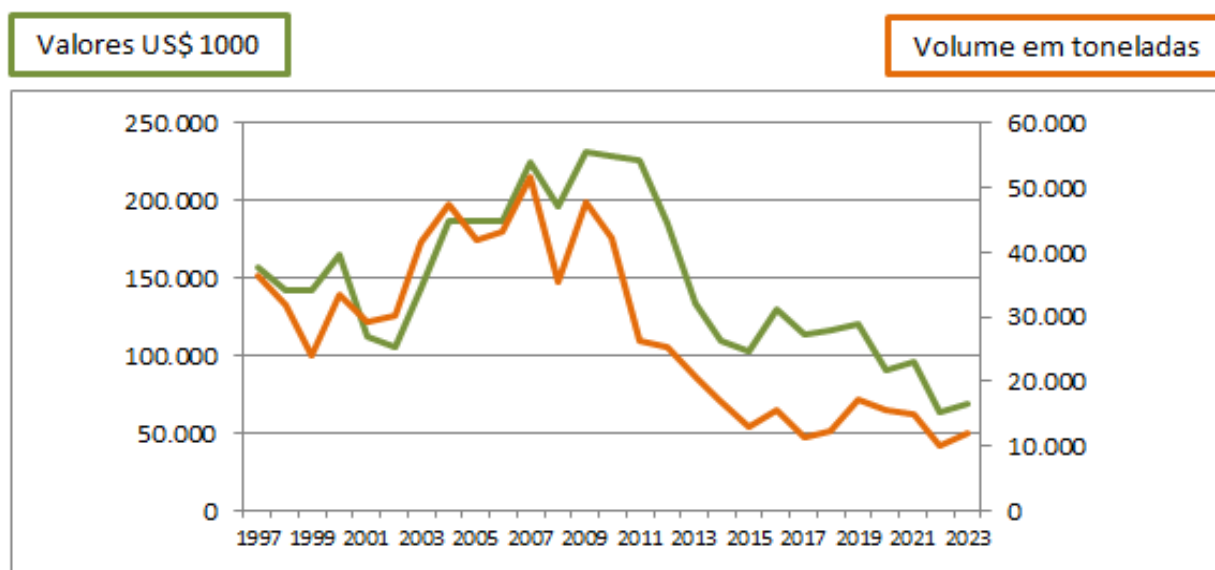


A distribuição atacadista e varejista também foi bastante impactada pelo crescimento da oferta e demanda de amêndoas de castanha-de-caju, com destaque para o, até então, menosprezado mercado interno. O fluxo que era majoritariamente para exportação diversificou-se ampliando a oferta e a qualidade de produtos finalizados para o mercado interno. Produtos comercializados à granel ou em embalagens específicas e diferenciadas, decorrentes de processadores individuais ou associados/ cooperados, com marca própria ou não, tipificam diferentes maneiras de se chegar aos consumidores finais de amêndoas de castanha-de-caju no país. E, para isso, demandam insumos e serviços, geram empregos e renda, enfim, robustecem essa cadeia produtiva.

No tocante ao segmento de mercado, registre-se que algumas associações/cooperativas de “minifábricas” galgaram o mercado internacional, sob a bandeira do Fair Trade, comprovando o seu padrão de qualidade. No entanto, dadas as limitações de escala, a grande maioria atua somente no fortalecimento do mercado interno do país. Vale lembrar a existência de um sistema de classificação internacional, estabelecido pela Association of Food Industries, Inc. (AFI), que norteia a diferenciação de preços, conforme os atributos de qualidade das amêndoas: integridade, tamanho e coloração. Esses padrões se refletem no perfil das amêndoas produzidas por esse processo de autoclavagem e corte por navalhas.

O crescimento interno do mercado de amêndoa nas últimas duas décadas no Brasil tem sido muito intenso. Diversas variáveis concorreram para os ganhos qualitativos e quantitativos, dentre eles os movimentos de apelo para o consumo de alimentos saudáveis, a ampliação da oferta envolvendo a produção das “minifábricas”, e o crescimento do número de locais de comercialização, tais como, mercados, supermercados e lojas especializadas em produtos associados ao consumo saudável.

No período mais recente, ou seja, no período da pandemia da COVID-19 no qual também se somou o evento da Guerra da Rússia contra a Ucrânia, houve um retraimento na demanda por amêndoas de castanha de caju no mercado internacional. Essa crise de demanda sucedeu uma crise de oferta protagonizada pelo período de seca na região produtora do Nordeste que durou de 2011 a 2018, o que contribui para explicar o mergulho nos volumes e valores registrados na exportação (vide Figura 6, abaixo).



**Figura 6.** Exportações brasileiras de amêndoas de castanha de caju: 1997 a 2023. Fonte: MDIC (2023).

Diante disso, tem ocorrido uma redução drástica no número de empresas de grande porte no processamento de castanha. De um contingente em torno de 27 empresas na década dos anos 2000, o número atual é de apenas 3 grandes empresas. Destaque-se ainda que o perfil dessas grandes fábricas, orientado fortemente para exportação, começou a flexibilizar suas vendas, balanceando o câmbio, os preços praticados e a demanda externa com as oportunidades do mercado interno. Na safra 2022/23 a sinalização dessas grandes fábricas foi de direcionar 50% dos seus volumes processados para o mercado interno. É importante acompanhar os desdobramentos desses eventos (climáticos, mercado...) e das reações estratégicas utilizadas pelas grandes empresas de modo a se verificar os impactos e as oportunidades colocados para os empreendimentos de menor porte (vide Figura 7, a seguir).



**Figura 7.** Presença de amêndoas de castanha de caju de grandes fábricas nos supermercados em Fortaleza/CE. Foto: Lucas Leite, Embrapa.

Em suma, esta solução tecnológica protagonizada pela Embrapa vem contribuindo fortemente para integração de diversos atores públicos e privados em prol da agregação de valor à castanha-de-caju, lastreando os impactos institucionais relevantes para sociedade e para economia deste agronegócio.

### 3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA SOLUÇÃO TECNOLÓGICA

#### 3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

##### 3.1.1. Considerações iniciais

O elemento central desta análise reside no processamento industrial da castanha-de-caju (o que inclui as etapas de autoclavagem e corte por navalha).

Tradicionalmente, esse processo viabilizou o desenvolvimento de unidades produtivas conhecidas como “minifábricas” (equivalentes às micro e pequenas empresas), já referidas nas seções anteriores deste relatório. Naquela oportunidade, uma nova tipologia de beneficiamento da amêndoa da castanha-de-caju (ACC) foi incluída, passando a compor este elo da cadeia produtiva juntos às grandes fábricas e à produção artesanal.

Mais recentemente, em 2022-2023, tais módulos de produção (autoclavagem e corte por navalha) foram incorporados às grandes fábricas (parcialmente, em relação ao quantitativo de grandes fábricas e ao total produzido).

Assim sendo, em relação aos resultados econômicos aqui apresentados em função da adoção desta tecnologia, estimou-se o abastecimento do mercado interno, com participação tanto das “minifábricas” (período 2014 até 2023) quanto das grandes fábricas (iniciado em 2023).

Quanto à questão do mercado interno, esse ocorreu por tratar-se do canal de comercialização tradicional das “minifábricas” (continuidade do argumento utilizado em estudos anteriores).

Os percentuais de participação de “minifábricas” e grandes fábricas, bem como os cálculos e demais valores demandados na aplicação do método do excedente econômico, estão explicados nos itens subsequentes.

##### 3.1.2. Tipo de Impacto: Agregação de valor

Para fins da avaliação do desempenho econômico ou, mais especificamente, para os cálculos dos ganhos unitários de renda por agregação de valor foi estabelecido um paralelo entre os valores monetários da venda de 5 kg de castanha-de-caju *in natura* (Tabela D, logo abaixo; coluna A), volume esse que constitui o equivalente a 1 kg de Amêndoa de Castanha-de-Caju - ACC (Tabela D; coluna B). Trata-se da taxa de conversão ou rendimento industrial para a obtenção da ACC, que poderá sofrer variações em função da qualidade da matéria-prima, habilidade dos operadores, dentre outros fatores.

Para composição da série histórica (Tabela D; colunas A e B), as bases de dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) foram utilizadas, por conterem os preços pagos às “minifábricas” pelo quilo de amêndoa de castanha-de-caju e os preços da castanha *in natura*. Tais valores, conforme disponibilizado pela companhia, são referentes aos preços médios identificados no Ceará e no Rio Grande do Norte.

Os preços de venda da ACC foram registrados no período de 2017 até 2023. Para composição de dados no período 2014 a 2016, não divulgados pela Conab, foram estimados preços com base nos valores absolutos dos preços da castanha-de-caju *in natura*, em igual período.

Os benefícios econômicos gerados na região (Tabela D; coluna G) foram calculados em função de dois pontos, a saber: o percentual atribuído à Embrapa de 70% na renda adicional obtida (Tabela D; coluna D) e a área de adoção (Tabela D; coluna F), que equivale à estimativa do mercado interno de amêndoas de castanha-de-caju abastecido por “minifábricas” (período 2014 até 2023) e grandes fábricas (iniciado em 2023).

A estimativa do mercado interno considerou:

- i. A produção anual de castanha-de-caju produzida no Brasil (IBGE - Produção Agrícola Municipal);
- ii. As castanhas in natura importadas pelo Brasil (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - Gov. Federal - Comex Stat - cód. NCM 08013100: com casca);
- iii. Utilizou a equivalência ACC/castanhas: 21% (padrão Conab);
- iv. Totalizou, com a combinação dos itens acima, dimensionando a produção de ACC Brasil para a série histórica considerada (2014 – 2023);
- v. Subtraiu deste total os valores exportados (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - Gov. Federal - Comex Stat – cód. 08013200: sem casca), chegando à delimitação do mercado interno;
- vi. Das resultantes dos cálculos anteriores, do mercado interno foi segmentada a participação das grandes fábricas (com estimativas de 20% de 2014 até 2017; 30% de 2018 até 2022; e 50% em 2023);
- vii. Uma vez descontada a participação das grandes fábricas, os valores finais verificados ano a ano foram distribuídas às demais tipologias beneficiadoras de ACC (sendo 90% do restante para “minifábricas” e 10% para a produção artesanal);
- viii. No ano de 2023, as produções destinadas ao mercado interno das grandes fábricas e “minifábricas” foram somadas (reforçando que somente neste ano foram computadas as etapas de autoclavagem e corte por navalha nas grandes fábricas).

Observação: a adoção de estimativas quanto à participação no abastecimento do mercado interno por cada tipologia e as variações dessas estimativas ao longo da sequência de dados avaliados (item vi, da pontuação acima) se, por um lado, dificultam a identificação de tendências na leitura dos benefícios econômicos (Tabela D; coluna G), por outro, são fundamentais para a contração das séries históricas de mercado, frente à escassez de valores absolutos para a lógica de cálculo estabelecida.

Em outro ponto, sobre a participação de 70% da Embrapa no valor agregado, considerou-se a mudança de paradigma no setor de beneficiamento de ACC com a geração do novo modo de produção. Anteriormente, o setor era composto pelas grandes fábricas (focadas, principalmente, no mercado internacional) e a produção artesanal. Complementam/corroboram com esse resultado: o Banco do Nordeste do Brasil - BNB, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae (Ceará); a Fundação Banco do Brasil - FBB e o grupo empresarial J. Macedo.

**Tabela D – Benefícios Econômicos devidos à Agregação de Valor**

Ano	Renda <u>sem</u> o uso da solução tecnológica Embrapa (solução tecnológica tradicional ou contrafactual) (R\$/kg)	Renda <u>com</u> o uso da solução tecnológica Embrapa em avaliação (R\$/kg)	Renda Adicional Obtida (R\$/kg)	Participação da Embrapa (%)	Ganho Líquido Embrapa (R\$/kg)	Área de Adoção (kg)	Benefício Econômico (R\$)
	(A)	(B)	C=(B-A)	(D)	E=(CxD)	(F)	G=(ExF)
2014	9,84	14,91	5,07	70	3,55	3.487.536,00	12.377.265,26
2015	14,19	21,50	7,31	70	5,12	7.324.898,40	37.481.505,11
2016	18,08	27,40	9,32	70	6,52	3.426.948,00	22.357.408,75
2017	23,44	40,48	17,04	70	11,93	12.299.882,40	146.712.997,27
2018	20,33	35,12	14,79	70	10,35	11.690.714,70	121.033.969,29
2019	15,46	28,94	13,48	70	9,44	8.231.233,50	77.669.919,31
2020	17,89	30,51	12,62	70	8,83	8.746.548,30	77.267.007,68
2021	24,46	36,75	12,29	70	8,60	6.915.402,90	59.493.211,15
2022	25,19	43,56	18,37	70	12,86	15.134.187,60	194.610.518,35
2023	22,73	37,49	14,76	70	10,33	16.147.150,00	166.832.353,80

### 3.1.3. Total dos impactos econômicos

Tipo de impacto	Benefício econômico total
Incremento de Produtividade	Não se aplica
Redução de Custos	Não se aplica
Expansão da Produção em Novas Áreas	Não se aplica
Agregação de Valor	166.832.353,80
<b>Total dos benefícios econômicos 2023</b>	<b>166.832.353,80</b>

### 3.1.4. Análise dos impactos econômicos

Em um primeiro momento, a adoção da tecnologia processamento industrial de castanha-de-caju pelas “minifábricas” criou oportunidades às cooperativas de agricultores de pequeno e médio portes e aos empreendedores individuais, nos seguintes pontos:

- Aumento no faturamento bruto, facultado para um segmento de cajucultores de pequeno porte, ao beneficiar a amêndoa de castanha-de-caju em relação à venda do produto in natura;
- Acesso aos novos canais de comercialização (sobretudo, redes de varejo, fábricas de médio porte/composição da produção, consumidores finais e, em determinados contextos, o mercado internacional);
- No conjunto das “minifábricas”, as perspectivas de abastecimento do mercado nacional;
- Valorização da castanha-de-caju in natura oriunda dos clones, com diferenciação no preço de compra da matéria-prima em relação à produção do cajueiro-comum (ponto importante para o aumento no faturamento do elo a montante, o agricultor);

- Aumento da capacidade gerencial no campo, com a disseminação de conceitos, como: fluxo de caixa, gestão de estoques, cálculos dos resultados da atividade econômica, destinação do lucro, mitigação de prejuízos, dentre outros.

Decorrente dos fatores acima, um ponto importante para a viabilidade econômica das minifábricas reside no tempo de funcionamento dessas, aproximadamente, de onze meses ao ano, superando as dificuldades de obtenção da matéria-prima fora da safra. Com isso há o aumento da capacidade utilizada dos empreendimentos (relação capacidade utilizada/capacidade instalada).

Quanto à adoção do processamento industrial da castanha-de-caju (autoclavagem e corte por navalha), no último ano, esta mudança já implicou nas melhorias do ambiente de fábrica e fluxos produtivos. Para estudos posteriores, vale observar as variáveis produtividade e custos de produção decorrentes dessa mudança.

### 3.2. Custos da Solução Tecnológica

#### 3.2.1. Estimativa dos Custos

**Tabela 3.2.1.1** – Estimativa dos custos

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total (R\$)
2000	226.960,43	11.715,03	5.751,14	43.133,58	0,00	287.560,18
2001	235.562,44	16.843,80	6.082,08	45.615,59	0,00	304.103,91
2002	250.821,91	14.053,70	6.382,54	47.869,09	0,00	319.127,24
2003	277.879,00	0,00	6.695,88	50.219,12	0,00	334.794,00
2004	286.071,72	30.179,66	7.620,52	57.153,86	0,00	381.025,76
2005	361.297,78	31.001,13	9.452,99	70.897,39	0,00	472.649,29
2006	393.945,20	18.151,85	9.930,05	74.475,37	0,00	496.502,47
<b>Total</b>	<b>2.032.538,48</b>	<b>121.945,17</b>	<b>51.915,20</b>	<b>389.364,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.595.762,85</b>

#### 3.2.2. Análise dos Custos

Seguem os passos dados para a estimativa de custos de pesquisa, desenvolvimento e transferência da tecnologia avaliada:

- Levantados, em entrevistas feitas com os pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical (Fábio Paiva e Antônio Calixto Lima), os valores relacionados às “minifábricas” – que correspondem ao somatório dos gastos do projeto da fundação Banco do Brasil e à Programação de Transferência de Tecnologia, que totalizados implicam em um montante de 2,6 milhões de reais, ocorridos de 2000 até 2006;
- Levantado o orçamento da Embrapa Agroindústria Tropical e rubricas de: pessoal; outros custeios e capital;
- Estimados (para igual período) a proporção estabelecida entre o orçamento da Embrapa Agroindústria Tropical e os investimentos da fundação Banco do Brasil e da programação de Pesquisa e Transferência de Tecnologia, equivalente a 2,28%;
- Aplicado o valor relativo de 2,28% aos valores nominais da rubrica pessoal (2000 até 2006);

- Utilizadas as estimativas da Embrapa/Secretaria de Desenvolvimento Institucional (SDI) para depreciação de capital (2%) e custos de administração (15%);
- Considerados, como gastos adicionais de transferência de Tecnologia, os saldos verificados a cada ano (2,28% do valor do orçamento – proporcional de custo de pessoal – depreciação de capital – custos de administração).

Esses valores viabilizaram a participação da Embrapa Agroindústria Tropical na adaptação de estruturas e equipamentos que possibilitaram esse novo fluxo produtivo, além da realização de treinamentos na operação dos equipamentos e gestão da produção.

### 3.3. Análises de rentabilidade

**Tabela 3.3.1** – Análises de rentabilidade: Taxa Interna de Retorno (TIR), relação Benefício/Custo (B/C) e Valor Presente Líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
79,53%	128,34	R\$ 617.427.371,72

Os três indicadores de rentabilidade sinalizaram o retorno do capital investido em pesquisa, desenvolvimento e transferência para a tecnologia: Processamento industrial de castanha-de-caju. Pontuam-se que tais resultados estão relacionados:

- À agregação de valor obtida pelo beneficiamento da ACC (por sua vez, propiciada pela adoção das minifábricas, para segmentos de cajucultores de pequeno e médio portes; e empreendedores individuais), frente à comercialização da castanha-de-caju in natura;
- À estimativa de tamanho do mercado nacional (em quantidades físicas) abastecido pelas “minifábricas”;
- Ao dimensionamento dos gastos de geração da tecnologia, decorrentes do projeto da fundação Banco do Brasil e da programação de Transferência de Tecnologia;
- À taxa de juros de 6% a.a.

Análise de sensibilidade: foram simuladas alterações nas séries dos preços ponderados recebidos pelas “minifábricas” pela venda da ACC (mantendo-se as demais variáveis constantes).

Assim, identificou-se que somente com uma variação negativa de cerca de 40% nesses preços (considerando o período de 2014 até 2023) a tecnologia passaria a ser inviável, com o VPL negativo;  $RBC < 1$ ; e TIR inferior à taxa de juros considerada (6% a.a.).

### 3.4. Instituições envolvidas/parcerias

- Banco do Nordeste do Brasil – BNB
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae (Ceará)
- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Ceará – EPACE
- Secretarias de Estado do Ceará (Desenvolvimento Agrário/SDE)
- Fundação Banco do Brasil – FBB
- Grupo empresarial J. Macedo

## 4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECOLÓGICOS E SOCIOAMBIENTAIS DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro

### 4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

**Tabela 4.1.1:** Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	Não	-	-	-
2. Mudança no uso indireto da terra	Não	-	-	-
3. Consumo de água	Não	-	-	-
4. Uso de insumos agrícolas	Não	-	-	-
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	-	-	-
6. Consumo de energia	Sim	9,00	-	9,00
7. Geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia	Sim	0,15	-	0,15
8. Emissões à atmosfera	Sim	0,50	-	0,50
9. Qualidade do solo	Não	-	-	-
10. Qualidade da água	Sim	0,60	-	0,60
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Não	-	-	-

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Com base nos valores apresentados na Tabela 4.1.1, descreva e comente os resultados obtidos ao analisar qualitativamente os indicadores do aspecto eficiência tecnológica.

Os critérios 1, 2, 3, 4, 5, 9 e 11 não se aplicam à tecnologia social minifábrica de processamento de castanha-de-caju, em virtude de ser um ativo tecnológico agroindustrial.

Critério 6. “Consumo de energia”: Média Geral 9,00. Das minifábricas instaladas pelo Projeto financiado pela Fundação Banco do Brasil - FBB, apenas 9 (nove) dispõem de um sistema de geração de energia solar, Ceará (3), Piauí, (3) Bahia (3) e Rio Grande do Norte (0), ligados diretamente à rede elétrica das companhias de energia, gerando energia limpa e de fonte renovável. Há um consumo moderado de lenha e mais ou menos 5% casca da castanha (restolho da produção) para geração de energia da caldeira; 95% do restante da casca da castanha-de-caju são vendidos para utilização como combustível pelas empresas de beneficiamento de castanha e indústrias que necessitam de alto teor calórico na caldeira para geração de vapor. Foi observada, nas minifábricas, a utilização de filtro especial na chaminé da caldeira, que bloqueia a saída dos ácidos liberados na queima do Líquido da Castanha-de-Caju (LCC).

Critério 7. “Geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia”: Média Geral 0,15. Nas minifábricas avaliadas a utilização de energia solar impactou positivamente os indicadores (co) Geração motriz ou elétrica (solar, eólica, hidro, biogás e Aproveitamento térmico (consumo energético evitado). Além do uso da película da amêndoa da castanha-de-caju tanto destinada ao uso de ração para a avicultura quanto para o uso na compostagem.

Critério 8. “Emissões à atmosfera”: Média Geral 0,50. O uso intensivo de lenha e casca de castanha-de-caju contribui para a emissão de Gases de Efeito Estufa – GEE. Essa biomassa queimada na caldeira gera material particulado no processo de combustão, com grau de toxicidade para a saúde e influência no clima. Embora em valores irrisórios, acabam por contribuir para as mudanças climáticas e o aquecimento global tendo impacto negativo nos indicadores Gases de efeito estufa, Material particulado/Fumaça e Odores.



**Critério 10.** “Qualidade da água”: Média Geral 0,60. No final da produção para obtenção da amêndoa resta a casca da castanha-de-caju (Subproduto originado a partir da extração da amêndoa), armazenada em um reservatório para ser usada e/ou vendida para geração de energia. No entanto, essa casca libera o Líquido da Castanha-de-Caju - LCC (Resina líquida, de cor marrom bem escura, com odor forte e característico, podendo ser utilizado em inúmeras aplicações). Esse líquido pode causar danos ambientais e risco à saúde humana, tendo em vista sua composição de grande proporção ácida que contaminam o solo, este quadro piora nos períodos de chuvas, que lavam o solo e contribui diretamente para a contaminação do lençol freático e dos reservatório de água do entorno.

**Figura 8.** Conversor de energia solar/rede elétrica.



Fonte: Pesquisa de campo dos autores (fotografia).

**Figura 9.** Lenha para queima e geração de vapor.



Fonte: Pesquisa de campo dos autores (fotografia).

**Figura 10.** Reservatório para armazenamento da casca da castanha-de-caju.



Fonte: Pesquisa de campo dos autores (fotografia).

## 4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

**Tabela 4.2.1:** Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Sim	3,00	-	3,00
13. Capital social	Sim	6,00	-	6,00
14. Bem-estar e saúde animal	Não	-	-	-

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Critério 12. “Qualidade do produto”: Média Geral 3,00. Para garantir a qualidade da amêndoa da castanha-de-caju, na colheita são realizados procedimentos de descastanhamento, limpeza e secagem das castanhas, que são operações fundamentais e determinantes para se evitar ou minimizar os riscos de ataque de pragas ou doenças e a contaminação da amêndoa por resíduos químicos da própria castanha.

Critério 13. “Capital social”: Média Geral 6,00. Foi observado que as minifábricas de processamento de castanha-de-caju instaladas em Comunidades / Assentamentos desenvolveram uma capacidade de interagir com os novos conhecimentos e tecnologias, proporcionando a implantação de novas atividades produtivas. Inclusive ultrapassando obstáculos, resolvendo problemas e descobrindo novas potencialidades. A construção de redes de cooperação foi a porta para o desenvolvimento local sustentável, que possibilitou a promoção e interação de diversos grupos sociais com interesses comuns, possibilitando uma mudança nos modelos de decisão e gestão no espaço rural. Observou-se também que os requisitos básicos do Capital Social (organização, confiança, cooperação, iniciativa, solidariedade e participação social) estavam presentes nesses espaços geográficos. Foram também observados impactos positivos nos indicadores Integração cultural entre os colaboradores e familiares, Conservação do patrimônio histórico / artístico / cultural, Projetos de extensão comunitária / educação ambiental e Programas de transferência de conhecimentos e tecnologias.

O critério 14, “Bem-estar e saúde animal”, não se aplica à avaliação da tecnologia social minifábricas de processamento de castanha-de-caju.

**Tabela 4.2.2:** Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	3,75	-	3,75
16. Qualificação e oferta de trabalho	Sim	3,30	-	3,30
17. Qualidade do emprego/ocupação	Sim	6,00	-	6,00
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Sim	5,63	-	5,63

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Critério 15. “Capacitação”: Média Geral 3,75. O relatório “O futuro do Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura Brasileira” produzido pela Embrapa, afirma que “na agricultura, as novas tecnologias vão estimular novas vertentes de agregação de valor e de fabricação, com grandes possibilidades de aumento de competitividade do setor agroindustrial”. Esse é um caminho sem volta, pois a utilização de tecnologia sustenta o aumento de produtividade. Desse modo, as inovações tecnológicas no mundo rural geram a necessidade de capacitação, fazendo com que os produtores busquem elevar o nível de eficiência da produção melhorando a

produtividade e, consecutivamente, o aumento da rentabilidade, demonstrando dessa forma a potencialidade da adoção de tecnologias. Foram observados impactos no indicador Local de curta duração. Segundo os respondentes houve diversos treinamentos nos segmentos de gestão, BPA e BPF, Produção orgânica. Realizados pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR e Serviço de Apoios às Micros e Pequenas Empresas - SEBRAE dos estados do CE, PI, RN e BA.

Critério 16. “Qualificação e oferta de trabalho”: Média Geral 3,30. Os sistemas de produção cada vez mais tecnificados exigem mais vagas de trabalho qualificadas, uso de novos equipamentos e maquinários, enquanto o uso dos requisitos de Boas Práticas Agrícolas – BPA e Boas Práticas de Fabricação – BPF na cadeia alimentar (produção de amêndoas) requer que o trabalhador rural tenha novas competências e mais eficiência. Dois aspectos contribuíram para a oferta de trabalho: a) o aumento da produção da matéria-prima (castanha) que, por conseguinte, aumentou a produção de amêndoas de castanha-de-caju e b) a qualificação para o trabalho que possibilitou a geração de mais vagas temporárias, permanentes e familiares nas minifábricas de processamento de castanha-de-caju. A avaliação apresentou impactos positivos nos indicadores Braçal, Braçal especializado, Temporário, Permanente e Familiar. Ainda com relação a oferta de trabalho, atualmente há 13 minifábricas em pleno funcionamento nos Estados do Ceará (3), Piauí (3), Rio Grande do Norte (3) e Bahia (4), com capacidade de processamento para 50 mil toneladas/ano de castanha. Pelos dados levantados nas entrevistas realizadas nos quatro Estados e junto à Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará – FAEC, existem, somente no Estado do Ceará, cerca de 200 minifábricas artesanais de castanha-de-caju, gerando em média 14 (quatorze) posto de trabalho por unidade de processamento. Assim, todas em plena operação na safra de 2022/2023 ocuparam 2.800 (dois mil e oitocentos) postos de trabalho somente no Estado do Ceará.

Critério 17. “Qualidade do emprego/ocupação”: Média Geral 6,00. As minifábricas de processamento de castanha-de-caju, são em sua grande maioria formada por cooperativas ou associações, não havendo registro, contribuição previdenciária e qualquer tipo de auxílio, O mesmo ocorre com as minifábricas particulares, que também não dispõem de qualquer benefício. A avaliação apresentou impacto positivo nos indicadores Prevenção do trabalho infantil e Jornada de trabalho <44 hs.

Critério 18. “Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias”: Média Geral 5,63. As minifábricas de processamento de castanha-de-caju têm grande importância tanto na valorização do trabalho da mulher quanto na geração de vagas de trabalho para os jovens e idosos. São criadas nesses espaços rurais (Assentamentos/Comunidades) condições e oportunidades de trabalho únicas, por meio da diversificação das atividades no processamento da castanha-de-caju. Assim, essa estrutura produtiva cria um espaço de ambiência que favorece a valorização das mulheres, dos jovens e dos idosos e contribui para a sustentabilidade local e para melhoria da qualidade de vida nesses assentamentos e comunidades rurais. Sendo positivo nos indicadores de Oportunidade de envolvimento e valorização da participação das mulheres, Oportunidade de envolvimento e valorização da participação dos jovens e idosos e Respeito mútuo e valorização cultural. Somente no Estado do Ceará são ocupados 2.800 (dois mil e oitocentos) postos de trabalho nessa atividade, dos quais 70% são ocupados por mulheres/jovens e idosos. Visando fortalecer o papel da mulher, o Idece e o Sebrae-CE realizaram nesses espaços rurais palestras sobre gênero e geração.

**Tabela 4.2.3:** Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de renda do estabelecimento	Sim	15,00	-	15,00
20. Valor da propriedade	Sim	10,00	-	10,00

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

**Critério 19.** “Geração de renda do estabelecimento”: Média Geral 15,00. As minifábricas de processamento de castanha-de-caju adquirem matéria-prima (castanha) durante todo o ano e em maior volume na safra do cajueiro pela queda do preço, garantindo e estabilizando a produção durante todo o ano. Uma grande parte da compra de castanha-de-caju realizada pelas minifábricas é feita junto aos cooperados e associados, garantindo dessa forma um preço mínimo e aumento da renda destes. Ao fim do ano, o lucro é revertido aos cooperados e associados, remunerando e gerando benefícios aos mesmos. Além do processamento básico que é a amêndoa *in natura*, as minifábricas processam e comercializam também amêndoas fritas e caramelizadas. Além da venda da casca da castanha-de-caju e da película da amêndoa que pode ter, pelo menos, duas utilizações: na composição de rações animais ou ainda como fonte de tanino para curtumes, tudo isso corrobora para a diversidade da fonte de renda. Foram impactados todos os indicadores Segurança (garantia de obtenção), Estabilidade (redução da sazonalidade), Distribuição (remunerações e benefícios), Diversidade de fontes de renda e Montante.

**Critério 20.** “Valor da propriedade”: Média Geral 10,00. Constatou-se que houve melhorias resultantes de construção e melhoria das instalações. Há um encadeamento entre o preço dos produtos processados e serviços e tudo produzido e vendido dentro das exigências da lei fiscal. Já o indicador Conservação dos recursos naturais foi pontuado negativamente, em virtude da contaminação do solo e água pelo Líquido da Castanha-de-Caju (LCC). Houve impacto positivo nos indicadores, Investimento em melhorias, Preços de produtos e serviços, Conformidade com legislação e Infraestrutura / Política tributária.

**Figura 11.** Amêndoas de castanha-de-caju processadas e prontas para venda.

Fonte: Pesquisa de campo dos autores (fotografia).

**Tabela 4.2.4:** Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	-4,75	-	-4,75
22. Segurança alimentar	Sim	6,00	-	6,00

\* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

**Critério 21.** “Segurança e saúde ocupacional”: Média Geral -4,75. Ficou evidente que os operadores da caldeira e do vaso cozedor estão constantemente sujeitos a riscos ocupacionais, pois ficam expostos à periculosidade, ruídos e calor. Dessa forma, foram impactados negativamente os indicadores: Periculosidade, Ruído e Calor/Frio/Umididade.

**Critério 22.** “Segurança alimentar”: Média Geral 6,00. Os 3 (três) indicadores foram impactados (Garantia da produção, Quantidade de alimento e Qualidade nutricional do alimento). Nesta última, pelo valor nutricional tanto do pseudofruto “caju” que, além de ser rico em Vitamina C, fibras dietéticas e compostos fenólicos com ação oxidante, é fonte de minerais essenciais como ferro, potássio, zinco, fósforo, cálcio, cobre e magnésio e de vitaminas B1, B2, B3, B6, E, K e ainda ácido fólico. A “amêndoa”, por sua vez, é fonte de proteínas, óleos, possuindo zinco e vitaminas essenciais B5, B6 e B1.

**Figura 12.** Operação de caldeira.



Fonte: Pesquisa de campo dos autores (fotografia).

**Tabela 4.2.5:** Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
23. Dedicção e perfil do responsável	Sim	15,00	-	15,00
24. Condição de comercialização	Sim	15,00	-	15,00
25. Disposição de resíduos	Sim	6,00	-	6,00
26. Gestão de insumos químicos	Não	-	-	-
27. Relacionamento institucional	Sim	15,00	-	15,00

\*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

**Critério 23.** “Dedicção e perfil do responsável”: Média Geral 15,00. Para que os empreendimentos sejam cada vez mais lucrativos, há uma exigência crescente de que os gestores tenham conhecimento da gestão administrativa, custo, produção e comercialização do empreendimento, sejam eles urbano ou rural, para manter-se no mercado cada vez mais exigente e competitivo, por meio das Boas Práticas de Gestão - BPG. Nessa perspectiva, os gestores das minifábricas têm capacitação dirigida à atividade, permanecem 40 horas nos estabelecimentos (segunda à sexta-feira), e muitas dessas minifábricas são administradas por membros da Cooperativa ou Associação por eleição; outras são administradas pelas próprias famílias. Há uso de um sistema contábil realizado através de escritórios de contabilidade, trabalham com um modelo formal de planejamento e em sua grande maioria possuem um sistema de certificação e rotulagem, visto que possuem marca própria, com uma pequena parte vendendo sua produção para minifábricas maiores. Ocorreram impactos positivos nos seis indicadores: Capacitação dirigida

à atividade, Horas de permanência no estabelecimento, Engajamento familiar, Uso de sistema contábil, Modelo formal de planejamento, e Sistema de certificação/Rotulagem.

Critério 24. “Condição de comercialização”: Média Geral 15,00. As minifábricas de processamento de castanha-de-caju realizam venda direta a consumidores e para o comércio em geral. Estão sendo exportadas amêndoas para o mercado europeu. O processamento e armazenamento é todo local, desde a seleção das castanhas até a embalagem, com rigoroso controle de qualidade. O transporte tanto para compra da matéria-prima como para entrega das amêndoas é realizado pela minifábrica em veículo próprio. Cada Assentamento /Comunidade tem sua marca própria e é reconhecida nos mercados do Nordeste, Norte, Sul, Sudeste e Centro-oeste. Há um encadeamento baseado no Capital Social das comunidades, troca de conhecimentos e experiências, sendo que a produção local tanto da castanha como da amêndoa é vendida e ou cedida para futura devolução a outras minifábricas; esse encadeamento entre as minifábricas é de suma importância e necessário para que haja eficiência na produção da matéria-prima, qualidade da amêndoa produzida e principalmente sustentabilidade dos Assentamentos/Comunidades envolvidas. Foi percebido impacto positivo nos sete indicadores: Venda direta/antecipada/cooperada, Processamento local, Armazenamento local, Transporte próprio, Encadeamento com produtos/atividades/serviços anteriores, destacando-se os indicadores de Propaganda/Marca própria, e Cooperação com outros produtores locais.

Critério 25. “Disposição de resíduos”: Média Geral 6,00. São dois os resíduos da produção: casca e película. O resíduo da casca da castanha-de-caju, proveniente do beneficiamento da castanha, apresenta grande valor calorífico. Uma parte é aproveitada na minifábrica, para gerar energia na caldeira (queima), e outra parte é vendida às indústrias/fábricas da região, para o mesmo fim. Isso traz um ganho enorme para o meio ambiente, pois a casca é fonte de contaminação do solo pelo Líquido da Castanha-de-Caju (LCC). O segundo resíduo é a película, que é vendida a aviários da região para a produção de ração. Nesta avaliação, foram considerados apenas os indicadores Reaproveitamento, e Destinação ou tratamento final, que obtiveram impacto positivo.

O critério 26, “Gestão de insumos químicos”, não se aplica à avaliação do processamento industrial de castanha-de-caju.

Critério 27. “Relacionamento institucional”: Média Geral 15,00. Os adotantes da solução tecnológica minifábricas de processamento de castanha-de-caju utilizam assistência técnica das Emater locais, empresas de consultoria técnica e da própria Embrapa, que realizam assistência técnica e capacitação contínua, visando à formação de competências técnicas e a adoção de tecnologias de produção, contribuindo para o aumento da produção e da produtividade. Mantêm um grau significativo de coesão entre as associações e as cooperativas às quais pertencem. Com relação à filiação tecnológica, todas as vezes que fazem algum tipo de referência à tecnologia citam a importância da Embrapa no seu desenvolvimento e pela viabilização da sua adoção. A tecnologia apresentou impacto positivo nos quatro indicadores: Utilização de assistência técnica, Associativismo/Cooperativismo, Filiação tecnológica nominal, e Utilização de assessoria legal/Vistoria.

### 4.3. Índices parciais de Impacto da solução tecnológica

Tipo de Impacto	Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
Índice de Impacto Econômico	8,60	-	8,60
Índice de Impacto Social	4,60	-	4,60
Índice de Impacto Ambiental	0,80	-	0,80

### 4.4. Índice Geral de Impacto da solução tecnológica

**Tabela 4.4.1:** Análise dos Resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
4,37	-	4,37

\*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno) \*\*Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Os índices parciais de impacto socioambiental do processamento industrial de castanha-de-caju, Econômico, Social e Ambiental, pontuados respectivamente em +8,60, +4,60 e +0,80, e o índice da Média Geral pontuado em +4,37 (numa escala de  $\pm 15,00$ ) são positivos em comparação aos períodos anteriores à adoção da solução tecnológica, e representam o benefício gerado pela Embrapa e parceiros, interna e externamente, bem como o avanço e adequação desta tecnologia no dia a dia dos produtores e gestores envolvidos. Foi calculado tendo por base a média dos dados obtidos junto aos entrevistados.

O processo industrial e a tecnologia das minifábricas de castanha-de-caju viabilizam ganhos de qualidade do produto comparada às soluções tecnológicas anteriores obtendo maior índice de amêndoas inteiras e alvas.

O processo tem implicações ambientais envolvendo input de energia, que vem da queima de lenha, gerando emissão de gases do efeito estufa, de material particulado, fumaça e odores. A produção pode ser feita usando outros tipos de matriz energética, como a energia fotovoltaica, a exemplo de uma das unidades produtivas entrevistadas. Há geração de resíduos do processamento, que são reutilizados em outros processos de produção, como por exemplo a casca da castanha que é usada nas caldeiras, a película que pode ser usada para alimentação de aves. Isso favorece o reaproveitamento e mitiga impactos ambientais negativos. As cascas das castanhas com LCC deveriam ser acondicionadas em locais protegidos de chuvas e contato direto com solo e água para evitar contaminação. Há perspectivas de uso deste óleo em processos industriais diversos, como na indústria de combustíveis e de insumos agropecuários (controle de verminoses em animais), dentre outras possibilidades. Isso fará com que a casca e LCC sejam mais bem aproveitados, tanto ambiental quanto economicamente.

Outro aspecto importante é sobre as orientações e necessidade de cumprimento das recomendações e dispositivos de segurança para o uso e operação das caldeiras no processo produtivo. Atenção especial também para a proteção das mãos no manuseio do corte das castanhas, bem como os efeitos decorrentes do esforço repetitivo. Esses aspectos estão sendo trabalhados pela Embrapa e parceiros no desenvolvimento de novas tecnologias para modernizar a solução, usando automação de processos como corte da castanha e mínima exposição a fatores de risco à saúde humana. No futuro próximo, uma nova versão da tecnologia será lançada para atender às emergentes demandas do mercado, a eficiência na agroindústria e, principalmente, a segurança dos trabalhadores.

É relevante a importância social que as minifábricas de castanha-de-caju representam para a região Nordeste do Brasil. Em 2006, foram instaladas 36 minifábricas nos Estados do Ceará (10), Piauí (9), Rio Grande do Norte (10) e Bahia (7). Atualmente, estão em plena atividade somente 13: três no Ceará, três no Piauí, três no Rio Grande do Norte e quatro na Bahia. As demais 23 foram fechadas pelos mais diversos problemas, mas nenhum relacionado ao uso da tecnologia. A solução tecnológica permitiu a agregação de valor e a escala de produção de amêndoas de caju de qualidade para famílias residentes em áreas de ocorrência de cajueiros, que se organizam em sistemas de produção familiares, ou de pequenos e médios empresários, cooperados, associados ou independentes.

Por fim, foi detectada oportunidade para diferenciação do produto proveniente das minifábricas de castanha-de-caju, o que garantirá maior valor agregado ao produto comercializado. Isso pode ser feito por meio de denominação de origem ou rastreabilidade, por exemplo. A Embrapa está negociando parceria com startups de rastreabilidade/blockchain para trabalhar esse aspecto da diferenciação de produtos. Em breve, pode estar no mercado produto piloto rotulado e diferenciado provenientes da tecnologia de minifábricas de castanha-de-caju desenvolvidas pela Embrapa.

#### 4.5. Impactos sobre o Emprego

**Tabela 4.5.1:** Número de empregos gerados

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AxB)
2023	-	-	X	-

Em 2023, não houve a ampliação do número de unidades produtivas e, portanto, não houve novos postos de trabalho gerados, neste contexto.

#### 4.6. Fonte de dados

**Tabela 4.6.1:** Número de consultas realizadas por município

Município	Estado	Produtor Familiar		Produtor Patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
Aracati	Ceará	1				1
Chorozinho	Ceará	1				1
Ocara	Ceará	1				1
Pacajus	Ceará	3				3
Serra do Mel	Rio G. do Norte	2				2
Apodi	Rio G. do Norte	1				1
Severiano Melo	Rio G. do Norte	1				1
Portalegre	Rio G. do Norte	1				1
Campo Grande	Rio G. do Norte	1				1
Ipiranga	Piauí	1				1
Francisco Santos	Piauí	1				1
Monsenhor Hipólito	Piauí	1				1
Vila Nova	Piauí	1				1
Pio IX	Piauí	1				1
Ribeira do Pombal	Bahia	1				1
Tucano	Bahia	1				1
<b>Total</b>		<b>19</b>				<b>19</b>



Foram coletados dados primários por meio de entrevistas presenciais com gestores e produtores de caju em sistemas de minifábricas de processamento de castanha-de-caju nos Estados do CE, PI, RN e BA, com preenchimento de questionários pela equipe de campo, observação e registros dos locais, e com o Presidente da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (FAEC), que forneceu dados médios gerais da cajucultura no Nordeste em 2023. Além disso, foram obtidos dados secundários dos órgãos oficiais do Brasil: IBGE, Conab, MDIC, conforme citados neste relatório.

## 5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

### 5.1. Capacidade relacional

A capacidade relacional refere-se à contribuição do projeto de desenvolvimento tecnológico agropecuário para ampliação e diversificação da rede de relacionamento científico da equipe, inclusive quanto ao referencial conceitual e metodológico. Os critérios de capacidade relacional são: relações de equipe/rede de pesquisa e relações com interlocutores.

**Tabela 5.1.1:** Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	Sim	1,50	1,50	1,50
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	1,00	1,00	1,00
3. <i>Know-who</i>	Sim	1,50	1,50	1,50
4. Grupos de estudo	Sim	0,00	0,00	0,00
5. Eventos científicos	Sim	0,00	0,00	0,00
6. Adoção metodológica	Sim	3,00	3,00	3,00

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica) \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 1 a 6: Coeficiente de impacto = 7,00. A solução tecnológica do processo industrial foi desenvolvida em parceria com Francisco Alves Chagas (F. A. Chagas) e o Grupo J. Macedo, que tinha profissionais com elevado conhecimento na área de processamento de castanha-de-caju. Embora no início do desenvolvimento da solução tecnológica a participação da Embrapa tenha sido limitada, nas etapas finais do projeto houve grande participação de pesquisadores e técnicos da Empresa e de outras instituições parceiras – notadamente na fase da transferência de tecnologia –, que contribuíram para a diversificação de especialistas, além da facilitação da adoção das técnicas e processamento semimecanizado da castanha-de-caju.

**Tabela 5.1.2:** Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	0,50	0,50	0,50
8. Interatividade	Sim	3,00	3,00	3,00
9. Know-who	Sim	0,50	0,50	0,50
10. Fontes de recursos	Sim	3,00	3,00	3,00
11. Redes comunitárias	Sim	1,00	1,00	1,00
12. Inserção no mercado	Sim	1,00	1,00	1,00

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica) \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 7 a 12: Coeficiente de impacto = 9,00. No desenvolvimento do processo e da solução, participaram diversos agentes da cadeia produtiva do caju, em parceria com a Embrapa Agroindústria Tropical, como metalúrgicos, distribuidores de amêndoa e entidades públicas, em

especial a extensão rural. Bancos de desenvolvimento regional e prefeituras municipais ofereceram apoio e suporte à implantação do processo industrial e das minifábricas, motivando pequenos produtores de castanha a industrializar a sua própria matéria-prima, exemplo seguido por associações comunitárias e cooperativas de pequenos produtores, o que permitiu agregar valor à sua produção de castanha, com geração de empregos e renda na zona rural, em consonância com os objetivos dos programas de agricultura familiar.

## 5.2. Capacidade científica e tecnológica

A capacidade científica e tecnológica diz respeito à capacidade instalada de infraestrutura e instrumental metodológico, bem como às contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para captação de recursos e a execução de aquisições instrumentais e pessoais. Os critérios de capacidade científica e tecnológica são: instalações (métodos e meios) e recursos do projeto (captação e execução).

**Tabela 5.2.1:** Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional	Sim	3,00	3,00	3,00
14. Infraestrutura operacional	Sim	3,00	3,00	3,00
15. Instrumental operacional	Sim	3,00	3,00	3,00
16. Instrumental bibliográfico	Sim	0,00	0,00	0,00
17. Informatização	Sim	0,50	0,50	0,50
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	1,50	1,50	1,50

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 13 a 18: Coeficiente de impacto = 11,00. Até o advento das minifábricas, quase a totalidade das castanhas-de-caju produzidas no Nordeste eram processadas pelas grandes fábricas. Com a nova solução tecnológica, o quadro mudou drasticamente. A Embrapa aprimorou o processo de beneficiamento/processamento de castanha-de-caju em pequena escala em parceria com o desenvolvimento de uma linha de máquinas, equipamentos, utensílios e insumos que resultaram na obtenção de produtos com melhores atributos de qualidade (integridade, cor e sabor) da amêndoa obtida no final do processamento, e nas melhores condições e segurança no trabalho. Posteriormente, também houve a adoção do processo industrial ampliado por outros atores e produtores.

**Tabela 5.2.2:** Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	Sim	3,00	3,00	3,00
20. Instrumental (ampliação)	Sim	1,00	1,00	1,00
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	0,00	0,00	0,00
22. Contratações	Sim	0,00	0,00	0,00
23. Custeios	Sim	0,00	0,00	0,00

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 19 a 23: Coeficiente de impacto = 4,00. A solução tecnológica foi devidamente implantada e adotada pelos produtores de caju da região Nordeste, notadamente nos Estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia, com a construção de cerca de quarenta minifábricas, apoio financeiro da Fundação Banco do Brasil (FBB), apoio logístico do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e apoio técnico de produtores de equipamentos, consolidando uma parceria entre entidades públicas e privadas.

### 5.3. Capacidade organizacional

A capacidade organizacional provê a verificação das contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para otimizar os mecanismos de aprendizagem e compartilhamento de capacidade entre os membros de rede, bem como para a consequente operacionalização das atividades de pesquisa, incluindo a transferência de resultados. Os critérios que integram esse aspecto são: equipe/rede de pesquisa e transferência/extensão.

**Tabela 5.3.1.** - Impactos na capacidade organizacional – aspecto equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
24. Cursos e treinamentos	Sim	3,00	3,00	3,00
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	1,00	1,00	1,00
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	0,00	0,00	0,00
27. Participação em eventos	Sim	3,00	3,00	3,00
28. Organização de eventos	Sim	1,50	1,50	1,50
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	0,50	0,50	0,50

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 24 a 29: Coeficiente de impacto = 9,00. Após a implantação da fábrica-escola em Pacajus, na fase de desenvolvimento da solução tecnológica, nos anos 90, foram realizados ensaios de pesquisa que geraram informações para a divulgação em eventos como feiras tecnológicas, simpósios e congressos. Os eventos também continuaram após o lançamento da solução tecnológica, com a participação da rede de pesquisa envolvida no projeto original, seja como organizadores, ministrantes ou ouvintes.

**Tabela 5.3.2.** - Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	Sim	3,00	3,00	3,00
31. Número de participantes	Sim	3,00	3,00	3,00
32. Unidades demonstrativas	Sim	1,00	1,00	1,00
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	3,00	3,00	3,00
34. Projetos de extensão	Sim	0,50	0,50	0,50
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	0,50	0,50	0,50

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 30 a 35: Coeficiente de impacto = 11,00. Foram realizados programas da Embrapa de exposição direta na mídia, como o Prosa Rural, para rádio, em 2005 (<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2669115/prosa-rural---minifabricas-de-castanha-de-caju>), e o programa de televisão Dia de Campo na TV, em 2015 (<https://www.youtube.com/watch?v=cAxuQCKCuY4>), além de reportagens e diversos cursos referentes à solução tecnológica, bem como a utilização da fábrica-escola instalada no Campo Experimental de Pacajus como “unidade demonstrativa” para configuração de unidades fabris e para treinamentos em beneficiamento/processamento.

Em 2023, a Embrapa Agroindústria Tropical foi aprovada em Edital de seleção de capacitações online (parceria da Embrapa com o Ministério do Desenvolvimento Agrário) com o curso de Boas Práticas de Fabricação (BPF) no beneficiamento da castanha-de-caju, abordando a presente solução tecnológica. Nesse mesmo ano, também houve a participação no evento PECNORDESTE, com a palestra “A cadeia produtiva da cajucultura: Ameaças, desafios e perspectivas”; palestrante: Lucas Antonio de Sousa Leite, 17/06/2023, Fortaleza/CE.

#### 5.4. Produtos de P&D

Os resultados finalísticos do projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico são verificados nesse aspecto, em consideração dos produtos de P&D e dos produtos tecnológicos. Os critérios avaliados nesse aspecto são: produtos de P&D e produtos tecnológicos.

**Tabela 5.4.1.** - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos de P&D

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	Sim	1,00	1,00	1,00
37. Artigos indexados	Sim	1,00	1,00	1,00
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	0,00	0,00	0,00
39. Teses e dissertações	Sim	1,00	1,00	1,00
40. Livros/capítulos, boletins etc.	Sim	1,00	1,00	1,00

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica). \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 36 a 40: Coeficiente de impacto = 4,00. O desenvolvimento e lançamento da solução tecnológica geraram estudos e publicações de alguns documentos, estudos socioeconômicos, manuais de procedimentos, dissertações de mestrado, capítulos de livros e artigos científicos, além da divulgação em eventos técnico-científicos. Em destaque, a Circular Técnica “Minifábrica de processamento de castanha-de-caju”, que detalha o processo de montagem e manutenção das unidades produtivas da solução tecnológica (módulos e procedimentos) (PAIVA et al., 2000). As publicações técnicas e científicas mais relevantes estão listadas abaixo:

Publicação técnica: PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. da; PESSOA, P. F. A. de P. Minifábrica de processamento de castanha-de-caju. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 22 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 7).

Capítulo de livro: PESSOA, P. F. A. de P.; MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. de F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; PAIVA, F. F. de A. Minifábrica de processamento de castanha-de-caju. In: MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. de C. M. T.; ÁVILA, A. F. D. (Ed.). Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias. Brasília, DF: Embrapa/SGE, 2006. 243 p.

Livro: PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. da; PESSOA, P. F. A. de P.; LEITE, L. A. de S. Processamento de castanha-de-caju. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 53 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

Livro: ARAÚJO, J. B. C.; MAIA, C. W. C. P.; BONFIM, R. M.; VASCONCELOS, H. E. M. Minifábricas: tecnologia social para processamento de castanha-de-caju. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 54 p. (Sistematização de experiências: métodos de transferência de tecnologia, intercâmbio e construção do conhecimento, 3).

**Tabela 5.4.2.** - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos tecnológicos

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
41. Patentes/registros	Sim	1,00	1,00	1,00
42. Variedades/linhagens	Não	-	-	-
43. Práticas metodológicas	Sim	1,00	1,00	1,00
44. Produtos tecnológicos	Sim	1,50	1,50	1,50
45. Marcos regulatórios	Sim	1,50	1,50	1,50

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica) \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

Critérios 41 e 43 a 45: Coeficiente de impacto = 5,00. Foram desenvolvidos alguns produtos e metodologias decorrentes da solução tecnológica, com duas patentes concedidas pelo INPI (para processo e máquina decorticadora de castanha-de-caju), números PI 0503533-3 A em (2005) e PI 0604152-3 A em (2006). Destaca-se ainda a participação da Embrapa Agroindústria Tropical na redação e elaboração de duas portarias ministeriais sobre seleção, classificação e comercialização de castanhas e amêndoas de castanhas-de-caju para o mercado interno. O critério 42 não se aplica a esta avaliação.

## 5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

**Tabela 5.5.1:** Análise dos resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
6,90	6,90	6,90

\*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da solução tecnológica) \*\*Tipo 2 – Equipe de projeto

O índice de impacto no desenvolvimento institucional do processamento industrial de castanha-de-caju, pontuado em +6,90 numa escala de  $\pm 15,00$ , foi positivo durante todo o seu período de desenvolvimento, transferência e adoção, e representa o benefício gerado pela Embrapa e parceiros, interna e externamente, bem como o avanço e adequação desta solução tecnológica na rotina dos gestores e produtores envolvidos. O índice anual foi calculado, revisado e atualizado, tendo por base a totalidade dos dados obtidos junto aos pesquisadores entrevistados.

Conforme calculado na planilha AMBITEC-Agro, os índices específicos dos aspectos globais avaliados foram:

- Capacidade relacional: +8,00;
- Capacidade científica e tecnológica: +7,50;
- Capacidade organizacional: +10,00;
- Produtos de PD&I: +4,50.

Nesta avaliação, conforme indicado e comentado nos itens acima, destacamos positivamente alguns critérios: *Infraestruturas* (aspecto instalações); *Adoção metodológica* (aspecto relações de equipe/rede de pesquisa); *Interatividade* e *Fontes de recursos* (aspecto relações com interlocutores); *Cursos e treinamentos* e *Exposições na mídia/artigos de divulgação* (aspecto transferência/extensão).

E, como exemplo concreto do desenvolvimento institucional alcançado, destacamos novamente a construção da fábrica-escola no Campo Experimental de Pacajus/CE (Figura 13) pela Embrapa Agroindústria Tropical e parceiros, nos anos 90, que propiciou diversos treinamentos aos agentes multiplicadores, produtores e gestores, bem como o próprio desenvolvimento da solução tecnológica para seu posterior lançamento e reconhecimento, nas décadas seguintes.



**Figura 13.** Fábrica-escola de processamento de castanha-de-caju, Pacajus/CE. Fonte: PAIVA et al., 2000.

## 5.6. Fonte de dados

**Tabela 5.6.1:** Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Agroindústria Tropical	Ceará	Fortaleza	Pesquisador	3
<b>Total</b>				<b>3</b>

Para o ano de 2023, considerando os contextos atuais da solução tecnológica e da Instituição, foram revisadas e atualizadas as entrevistas conjuntas e consensuais realizadas com os pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical (incluindo o preenchimento dos índices de impactos no desenvolvimento institucional e comentários textuais):

- ✓ Francisco Fábio de Assis Paiva, especialista (desenvolvedor da solução tecnológica);
- ✓ Antônio Calixto Lima, líder (equipe de projeto);
- ✓ Ana Iraidy Santa Brígida (equipe de projeto).

Outros atores envolvidos no histórico da solução tecnológica também foram consultados, e foram ainda considerados os comentários obtidos durante as entrevistas em campo e com consultores e parceiros quando se referiam a impactos institucionais da tecnologia avaliada.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas avaliações realizadas, pode-se afirmar que o processamento industrial de castanha-de-caju representa um importante avanço ao promover transformações econômicas, sociais e ambientais fundamentais visando ao aumento da competitividade e da sustentabilidade do agronegócio caju.

Destacam-se a organização do trabalho cooperativo e associativo, com melhor distribuição dos ganhos obtidos, bem como maior uso da mão de obra (feminina, idosa e adolescente) em nível local (regiões produtoras de castanha-de-caju), o que promove a desconcentração industrial e oportuniza emprego, renda e melhor qualidade de vida nas zonas rurais. Essas mudanças tecnológicas e gerenciais se estendem desde a produção de mudas para o plantio do cajueiro, passando pelas boas práticas agrícolas e atividades ligadas ao processamento industrial até a distribuição e venda da amêndoa da castanha-de-caju para o mercado consumidor final.

Quanto aos resultados econômicos observados em 2023 e nos anos recentes, aferiu-se que a solução tecnológica analisada mostrou desempenho superior à realidade anteriormente adotada, ou seja, evidenciou-se o incremento econômico do processamento de castanha-de-caju baseados na autoclavagem e corte por navalhas (padrão das minifábricas) em relação ao modo de produção artesanal e do corte por impacto prevalente nas grandes fábricas. Nesse particular, é importante ressaltar a conversão tecnológica implementada na maior empresa processadora de castanha-de-caju do Brasil, localizada no Ceará, que reestruturou seu parque industrial em mais de 70% com a tecnologia de autoclavagem e corte mecanizado por navalha. Essa mudança provocou um salto nos resultados obtidos nesta avaliação de impacto tendo em vista a representatividade dessa empresa no conjunto do volume processado na Região.

Dentre os dados de campo e indicadores de retorno do investimento utilizados para comprovar os desempenhos referidos, citam-se: a produtividade, os preços de vendas, o valor presente líquido, a relação benefício-custo e a taxa interna de retorno. Todos eles mostraram evidências da supremacia da solução tecnológica preconizada pela Embrapa.

Em relação às questões ambientais, apesar do necessário *input* de energia e emissões de poluentes para a atmosfera, a avaliação de impacto detectou oportunidade para investimento em energia renovável, como a fotovoltaica, já adotada por alguns produtores. Os resíduos gerados no processo produtivo, tais como a casca e a película das castanhas, são reaproveitados. Foi recomendado acondicionamento das cascas com resíduos de LCC em locais protegidos de contato com recursos hídricos e solos para mitigar possível contaminação e futura utilização do insumo em outras atividades. Isso pode se configurar como uma nova oportunidade de negócio, ou seja, a transformação de resíduo em produto com valor agregado, proporcionando uma melhor eficiência ambiental e econômica.

Por sua vez, destaca-se a importância social que essa solução tecnológica representa para a região Nordeste do Brasil. A característica de poder ser estruturada de forma modular viabiliza o seu dimensionamento de acordo com a oferta local de matéria-prima ensejando a agregação de valor e a geração de novos postos de trabalho, sendo a maioria de mulheres, o que contribui para a inclusão de gênero e atendimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 5 – da ONU: igualdade de gênero. Por sua vez, dada a reestruturação de uma grande fábrica para o perfil tecnológico indicado pela Embrapa, observou-se uma mudança para melhor nas condições de trabalho, ensejando redução significativa dos ruídos, da temperatura ambiente e dos odores fenólicos do ar na linha de produção industrial.

Quanto aos aspectos institucionais evidenciou-se a liderança da Embrapa junto aos parceiros institucionais, a exemplo da Fundação Banco do Brasil, BNB e Sebrae, a documentação técnica e capacitações para dar suporte às operações agroindustriais, a articulação com a iniciativa privada (Grupo J. Macedo e fabricantes de equipamentos), movimentos sociais (Assentamentos e Cooperativas), Organizações Não Governamentais, a exemplo da ONG Amigos do Bem, além do suporte à formulação de políticas públicas.

Cabe acrescentar que a avaliação de impactos desta tecnologia pode ser incrementada caso se avance no conhecimento e monitoramento das unidades de processamento (unidades de menor porte e da participação das grandes fábricas nesse mercado); no nível de acesso a capital de giro para compra e carregamento de estoque de matéria-prima; na análise da capacidade de gestão dos empreendimentos de menor porte; no estágio de organização do mercado atacadista (uso de marcas próprias, canais de venda, percentual de vendas à granel etc.), enfim, de se ampliar os horizontes além do monitoramento dos aspectos internos ligados aos indicadores tecnológicos (produtividade no campo; índice de amêndoas inteiras; rendimento industrial, preços de matéria-prima e de produto).

## 7. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J. B. C. et al. **Minifábricas: tecnologia social para processamento de castanha-de-caju**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 54 p. (Sistematização de experiências: métodos de transferência de tecnologia, intercâmbio e construção do conhecimento; v. 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176503/1/OLV18001.pdf>. Acesso em: 07/12/2023.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). **Castanha-de-caju – Análise Mensal – Novembro 2023**. Brasília, DF: Conab, 2023. Disponível em: <https://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>. Acesso em: 14/12/2023.

CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da. **A influência de variáveis de mercado e de programas governamentais na determinação dos preços de produtos agrícolas**. Brasília, DF: IPEA, 2006. (Texto para Discussão, 1.122).

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, H. S. de. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha-de-caju. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, n. 4, p. 551-570, out./dez. 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2023**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>. Acesso em: 15/12/2023.

LEITE, L. A. de S. **A agroindústria do caju no Brasil: políticas públicas e transformações econômicas**. 1994. 176 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Estadual de Campinas.

LOPES NETO, A. **Agroindústria do caju**. Fortaleza: Iplance, 1997. 263 p.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Comex Stat. **Exportação e Importação Geral**. 2023. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/61018>. Acesso em: 15/12/2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 24/10/2023.

PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. da; PESSOA, P. F. A. de P. **Minifábrica de processamento de castanha-de-caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 22 p. (Circular Técnica, 7). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/422699/minifabrica-de-processamento-de-castanha-de-caju>. Acesso em: 07/12/2023.

PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. da; PESSOA, P. F. A. de P.; LEITE, L. A. de S. **Processamento de castanha-de-caju**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 53 p. (Coleção Agroindústria Familiar). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11954/2/00078920.pdf>. Acesso em: 18/12/2023.

PESSOA, P. F. A. de P.; LEITE, L. A. de S. Desempenho do agronegócio caju brasileiro. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 1.1, p. 21-40.



PESSOA, P. F. A. de P.; LEMOS, J. J. de S. Crescimento e instabilidade da renda na cajucultura cearense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. 235-254, abr./jun. 1990.

PESSOA, P. F. A. de P.; MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. de F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; PAIVA, F. F. de A. Minifábrica de processamento de castanha-de-caju. In: MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. de C. M. T.; ÁVILA, A. F. D. (Ed.). **Avaliação dos impactos da pesquisa da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias**. Brasília, DF: Embrapa/SGE, 2006. 243 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/124930/avaliacao-dos-impactos-da-pesquisa-da-embrapa-uma-amostra-de-12-tecnologias>. Acesso em: 07/12/2023.

## 8. EQUIPE RESPONSÁVEL

**Tabela 8.1:** Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

<b>Membro da Equipe</b>	<b>Atividade</b>	<b>Função</b>
Carlos Wagner Castelar P. Maia	Econômico	Avaliador
João Bosco Cavalcante Araújo	Socioambiental	Avaliador
Lucas Antonio de Sousa Leite	Econômico, cadeia produtiva, itens gerais	Avaliador
Sérgio César de França Fuck Júnior	Institucional, itens gerais, edição	Avaliador

**Tabela 8.2:** Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

<b>Colaborador</b>	<b>Atividade</b>	<b>Instituição</b>
Francisco Fábio de Assis Paiva	Institucional	Embrapa/CNPAT
Antônio Calixto Lima	Institucional	Embrapa/CNPAT
Ana Iraidy Santa Brígida	Institucional, metas	Embrapa/CNPAT
José Ednilson de Oliveira Cabral	Cadeia produtiva	Embrapa/CNPAT
Hélder Costa Rocha	Aplicação de questionários	Embrapa/CNPAT
Aline Saraiva Teixeira	Revisão	Embrapa/CNPAT
Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior	Revisão	Embrapa/CNPAT
Pablo Busatto Figueiredo	Revisão	Embrapa/CNPAT
Pedro Felizardo A. de Paula Pessoa	Econômico	Embrapa/CNPAT
Raimundo Nonato M. de Souza	Levantamento de dados	Embrapa/CNPAT
Ricardo Moura Braga Cavalcante	Itens gerais, revisão	Embrapa/CNPAT

## 9. METAS DE IMPACTO DO VII PLANO DIRETOR DA EMBRAPA<sup>1</sup>

**Tabela 9.1.** Objetivos Estratégicos e Metas do VII PDE da Embrapa

Objetivos Estratégicos	Metas	
<b>OE 01. Gerar soluções tecnológicas e oportunidades de inovação para promover a sustentabilidade e a competitividade da agropecuária nacional.</b>	1.1 Até 2025, Incrementar em 20% o benefício econômico gerado por práticas agropecuárias e tecnologias sustentáveis redutoras de custos desenvolvidas pela Embrapa e parceiros.	
	1.2 Até 2025, aumentar em 15% a adoção de tecnologias produzidas pela Embrapa e parceiros que preservem a qualidade nutricional, a segurança ou a vida útil de produtos da agropecuária, contribuindo para redução de perdas de alimentos.	<b>X</b>
	1.3 Até 2030, aumentar em 10% a adoção de cultivares de grãos, hortaliças, frutíferas e forrageiras da Embrapa e parceiros.	
<b>OE 02. Ampliar e qualificar a base de dados e informações sobre recursos naturais do território nacional.</b>	2.1 Até 2025, ampliar em 100% o número de usuários de plataformas digitais de dados espaço-temporais integrados para o território brasileiro desenvolvidas pela Embrapa e parceiros.	
<b>OE 03. Gerar conhecimentos e tecnologias que promovam a agregação de valor a produtos, processos e serviços oriundos das cadeias agropecuárias e agroindustriais explorando as novas tendências de consumo.</b>	3.1 Aumentar em 15% o impacto econômico gerado pela adoção de tecnologias agregadoras de valor a produtos alimentares, florestais e agroindustriais desenvolvidas pela Embrapa e parceiros até 2025.	<b>X</b>
	3.2 Até 2025, aumentar em 40% o impacto econômico de soluções tecnológicas da Embrapa e parceiros relacionadas às boas práticas de produção, de pescado, carne, leite e ovos.	
<b>OE 04. Promover e fortalecer PD&amp;I para segurança e defesa zootossanitária da cadeia agropecuária brasileira.</b>	4.1 Até 2025, aumentar em 30% o impacto econômico gerado por tecnologias para o manejo de problemas zootossanitários desenvolvidos pela Embrapa e parceiros.	
	4.2 Até 2030, contribuir para o aumento de 15% na adoção do manejo integrado e insumos biológicos no controle de pragas e doenças da cadeia agropecuária brasileira, desenvolvidos pela Embrapa e parceiros.	

<sup>1</sup> Item não considerado para fins de Avaliação de Desempenho Institucional.

<b>OE 05. Desenvolver tecnologias e conhecimentos que contribuam para a bioeconomia, por meio da utilização de recursos de base biológica para a geração de bioprodutos, bioinsumos e energia renovável.</b>	5.1 Até 2025, viabilizar a incorporação pelo setor produtivo (adoção) de cinco soluções tecnológicas alternativas a produtos de base não-renovável.	
	5.2 Até 2030, viabilizar a incorporação pelo setor produtivo (adoção) de cinco novas matérias primas renováveis para o contexto da bioeconomia.	
	5.3 Até 2030, viabilizar a incorporação pelo setor produtivo (adoção) de cinco bioativos e bioinsumos a partir dos recursos genéticos da Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica.	
<b>OE 06. Gerar e disponibilizar conhecimento, práticas produtivas e alternativas tecnológicas sustentáveis voltadas para o desenvolvimento regional sustentável e inclusão produtiva.</b>	6.1 Até 2025, aumentar em 25% o impacto econômico gerado por meio da adoção de tecnologias e práticas para o Semiárido e Amazônia, desenvolvidas pela Embrapa e parceiros.	
	6.2 Até 2025, contribuir para geração de 200 mil empregos diretos e indiretos, pela adoção das tecnologias da Embrapa e parceiros pelo setor produtivo.	
	6.3 Até 2025, aumentar em 30% a adoção de tecnologias, produtos e processos desenvolvidos pela Embrapa e parceiros para incentivar o desenvolvimento de cadeias curtas de produção e mercados locais.	
<b>OE 07. Desenvolver informação, conhecimento e tecnologia para o enfrentamento dos efeitos da mudança do clima na agropecuária.</b>	7.1 Até 2025, ampliar em 10 milhões de hectares as áreas de sistemas de produção integrados e recuperação de pastagens que utilizam soluções tecnológicas geradas pela Embrapa e parceiros, contribuindo para mitigação de 60 milhões de toneladas de equivalente de CO <sub>2</sub>	
	7.2 Até 2025, disponibilizar 5 sistemas de manejo desenvolvidos pela Embrapa e parceiros para o manejo sustentável de florestas naturais adaptados às diferentes regiões brasileiras.	
	7.3 Até 2030, aumentar em 1 MILHÃO DE HECTARES a área de florestas plantadas com SISTEMAS DE PRODUÇÃO desenvolvidos pela Embrapa e parceiros adaptados e produtivos às diversas combinações ambientais do território brasileiro.	
	7.4 Até 2030, aumentar em 10% os benefícios econômicos derivados do Zoneamento de Risco Climático (ZARC) com apoio da Embrapa e parceiros.	

<b>OE 08. Otimizar os sistemas produtivos agropecuários e agroindustriais por meio da automação de processos, agricultura de precisão e digital.</b>	8.1 Até 2025, viabilizar a incorporação pelo setor produtivo (adoção) de dez soluções tecnológicas em automação e agricultura digital para as cadeias agropecuárias, desenvolvidas pela Embrapa e parceiros.	
	8.2 Até 2025, aumentar em 100% o número de usuários de aplicativos e sistemas digitais gerados pela Embrapa e parceiros.	
<b>OE 09. Racionalizar o uso de recursos orçamentários e financeiros, buscar sua ampliação e a diversificação de fontes, visando à eficiência operacional e à sustentabilidade institucional.</b>	9.1. Estabelecer até 2022, pelo menos, 4 Centros de Serviços Compartilhados.	
	9.2 Até 2030, aumentar em 10% a receita de produtos oriunda de licenciamentos de ativos tecnológicos da Embrapa.	
	9.3 Até 2023, aumentar para 40% a participação de projetos de inovação aberta com o setor produtivo na programação de PD&I.	
	9.4 Até 2030, reduzir em 10% os gastos totais da empresa em termos reais.	
<b>OE 10. Fortalecer e consolidar a excelência na governança e na gestão institucional.</b>	10.1 Até 2026, consolidar um modelo de governança, que alcance a excelência nos padrões estabelecidos para empresas estatais federais.	
	10.2 Até 2023 implantar os 6 fundamentos da gestão para a excelência em conformidade com modelos de referência e programas do Governo Federal.	
	10.3 Até 2027, aumentar em 10% o índice de imagem institucional positiva da Embrapa.	
<b>OE 11. Ampliar a Transformação Digital da Embrapa, estruturando a tecnologia da informação, a governança e a gestão de dados promovendo a transferência e uso do conhecimento na era digital.</b>	11.1 Até 2030, consolidar em 100% da infraestrutura de TI institucional para permitir amplo uso de ciência de dados e ferramentas de TI nos sistemas de gestão, prospecção e realização de PD&I.	
	11.2 Até 2030, integrar, automatizar e interoperar 100% das plataformas digitais disponibilizadas pela Embrapa de múltiplos usos e aplicações, com informações, ativos e sistemas, com tecnologias da informação (big data, blockchain, inteligência artificial, computação cognitiva etc.) de modo a agregar valor aos produtos e serviços oferecidos para as partes interessadas.	

## 9.2. Justificativa da indicação da(s) meta(s) de impacto do VII PDE solução tecnológica avaliada

As minifábricas e o processamento industrial de castanha-de-caju possibilitaram agregação de valor à cadeia produtiva da castanha-de-caju, melhorando a qualidade do produto final (amêndoa), otimizando o processo (com a questão da autoclavagem e corte da castanha), melhorando as condições de saúde do trabalhador, diminuindo riscos, gerando emprego e renda para comunidades do Nordeste. Assim, o principal alinhamento desta tecnologia está relacionado ao Compromisso da UD “Agregar valor a produtos da fruticultura tropical, desenvolvendo processos e produtos, sob o conceito de biorrefinaria, aumentando a sustentabilidade econômica, social e ambiental das cadeias produtivas até 2025”, o qual está vinculado ao **Desafio de Inovação** “Agregar valor à matérias primas agroalimentares por meio de agroindustrialização, rastreabilidade, indicações geográficas, marcas coletivas e/ou certificações nas cadeias produtivas de interesse.” pertencente ao Portfólio de Alimentos: segurança, nutrição e saúde. Este desafio de inovação está vinculado ao **Objetivo Estratégico 3**. “Novas tendências de consumo e agregação de valor” contribuindo para a **Meta Estratégica 3.1**. “Até 2025, aumentar em 15% o impacto econômico gerado pela adoção de tecnologias agregadoras de valor a produtos alimentares, florestais e agroindustriais desenvolvidas pela Embrapa e parceiros”.

Também, esta tecnologia, por representar um maior rendimento de amêndoas inteiras, contribui para a redução de perdas na cadeia produtiva do caju. Desta forma ela também se alinha ao **Desafio de Inovação** “Reduzir as perdas nas cadeias produtivas de proteína animal, frutas e hortaliças, pimenta-do-reino e oliveiras provocadas por patógenos, armazenamento, embalagens e práticas de pós-colheita inadequados” pertencente ao Portfólio de Alimentos: segurança, nutrição e saúde no qual o CNPAT também possui compromisso. Este desafio de inovação está vinculado ao **Objetivo Estratégico 1**. “Sustentabilidade e competitividade” contribuindo para a **Meta Estratégica 1.2**. “Até 2025, aumentar em 15% a adoção de tecnologias produzidas pela Embrapa e parceiros que preservem a qualidade nutricional, a segurança ou a vida útil de produtos da agropecuária, contribuindo para redução de perdas de alimentos”.