

# Apoio à competitividade e a sustentabilidade do processamento do caju a través da valorização energética dos subprodutos da casca de caju em Moçambique

Apresentação dos resultados do estudo

Maputo, 21 de novembro 2023



Co-funded by European Union

Implemented by

**giz**

Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



cooperação  
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

# Apresentação da Nitidæ

Nitidæ, é uma ONG francesa cujo objetivo é de desenvolver e implementar projetos que combinam a proteção do meio ambiente e o fortalecimento de economias sustentáveis, reúne expertises setoriais como agricultura, mercados e cadeias de valor, por outro; conservação, bioenergias, clima e desenvolvimento de projetos carbono; cria uma interface de inovação para propor soluções e apoio técnico aos atores que desejam melhorar o desempenho das cadeias de valor agrícolas e mitigar seu impacto no meio ambiente.

25 anos de experiência no sector do caju, precursor da certificação de caju na África Ocidental, parceria sucedida com processadores, exportadores e organizações de produtores na África (Anatrans, Gebana, Olam, IPS, Dorado, Condor, etc.), desenvolve o Serviço de Informação de Mercado [N'kalô](#).

Desde 2014 em Moçambique, Nitidæ implementa o projecto ACAMOZ e ACAMOZ 2 em parceria com o IAM, IP e o suporte da AFD, realizou um estudo sobre a competitividade do processamento em Moçambique que integrou a questão dos subprodutos da casca.



# O projeto em breve

- Duração : 24 meses até Dezembro 2023
- Area de intervenção: províncias de Nampula e Maputo

- Parceiros de implementação:

- GIZ
- Nitidæ
- AICAJU
- IAM, IP
- IPOMA / IFPELAC Nampula
- MOGROUP
- CNCaju
- ADPP



- Doador: União Europeia / Cooperação Alemã - GIZ



# Objectivos do projeto

Demonstrar o potencial de competitividade económica e de sustentabilidade da indústria de processamento de caju em Moçambique através da valorização dos subproductos da casca numa economia circular.

- O1: Estudo de Mercado para os subprodutos da casca (cake, carvão e CNSL) nas províncias de Maputo e Nampula (eixo Nampula-Nacala)
- O2: Realizar 2 pilotos de valorização dos subproductos da casca com indústria do processamento
- O3: Realizar um plano de negócio para analisar a viabilidade económica da valorização dos subprodutos da casca
- O4: Divulgar os resultados e lições aprendidas do estudo

# Scope e abordagem do projeto

- Promover uma economia circular que contribui na criação de riqueza e sustentabilidade para o país e os atores privados.
- Hipótese: No contexto de crise energética global, de preços altos do petróleo e da urgência climática e adoção de novas políticas → existem oportunidades para o desenvolvimento da energia da biomassa
- Os subprodutos da casca considerados são o CNSL (líquido de casca de cajú), torta (ou cake) ou carvão (de casca ou de torta)



Carvão



Lenha/Biomassa



Combustível líquido (diesel/HFO)



Casca



Torta



Carvão de casca



CNSL

# Scope e abordagem do projeto

- Foco do trabalho com os **processadores, as indústrias, as pequenas e medias empresas com necessidades energéticas**, que usam grandes quantidades de combustível não renovável → **concentração de uma forte procura com um número reduzido de usuários.**
- A indústria/os usuários produtivos de combustível procuram uma diminuição dos custos e estão prontos a fazer investimentos para mudar de combustível.
  - Nota Bene: o estudo de mercado não inclui a caracterização dos volumes e tipos de combustíveis ao nível doméstico pois existem varios estudos que avaliam esses espeitos;

# Base do estudo de mercado

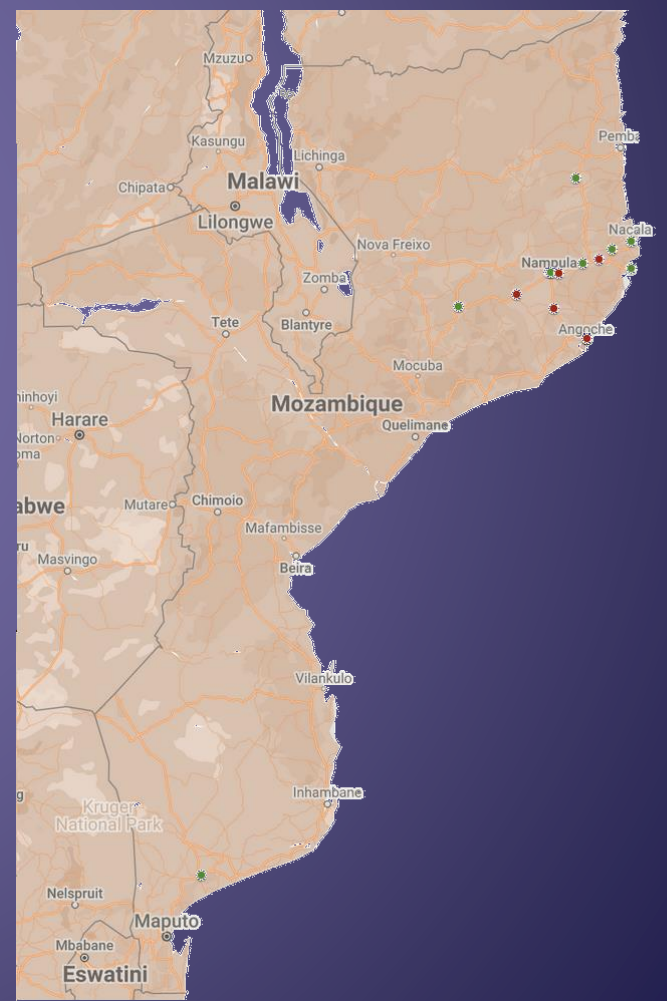
## PROCURA

- Inquéritos nas províncias de Nampula e de Maputo (+cidade de Maputo)

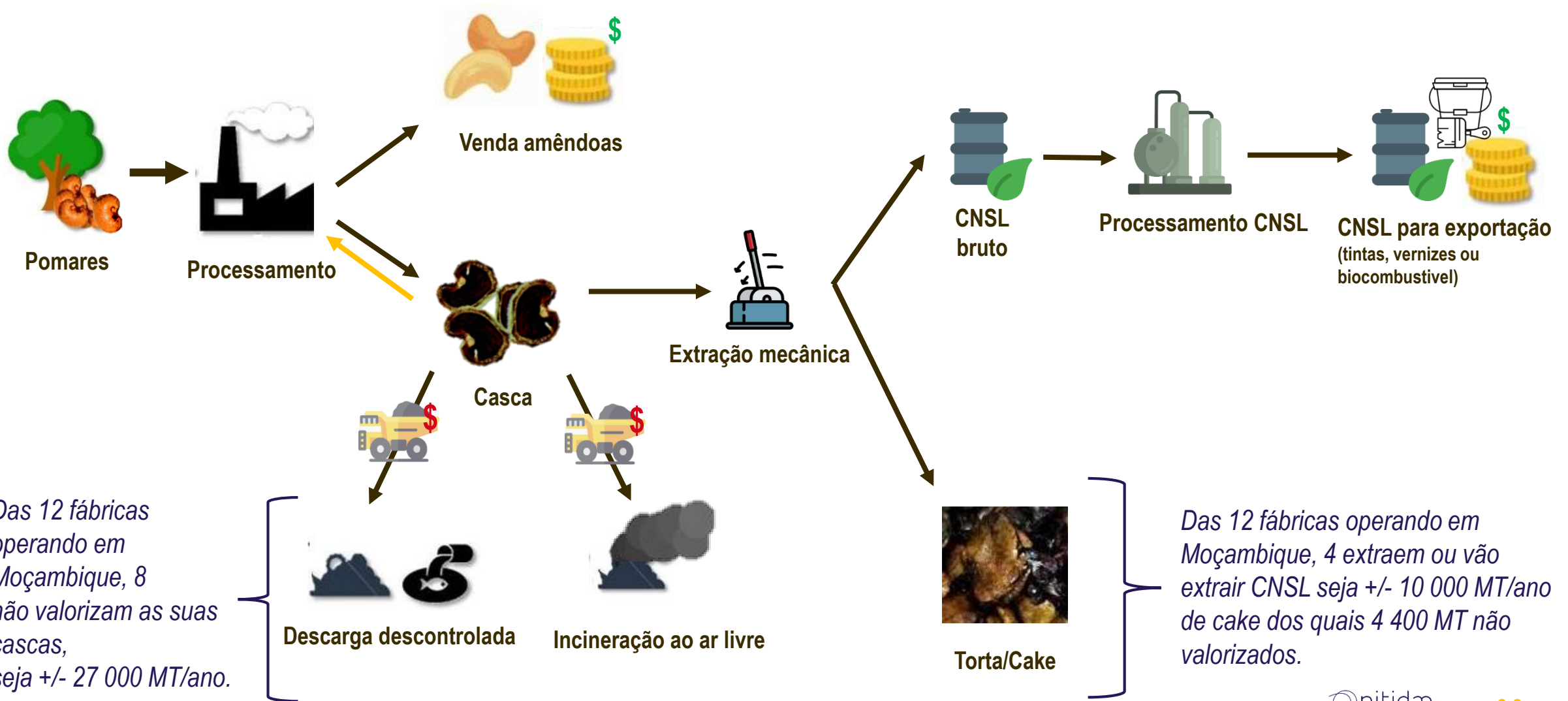
	Setor produtivo	Número de inquéritos
Indústrias enquestadas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metalúrgia</li> <li>2. Mineração</li> <li>3. Textil</li> <li>4. Setor alimentar – bebidas, lactínidos</li> <li>5. Setor alimentar - Bolos, massas</li> <li>6. Setor alimentar - Refino de óleo</li> <li>7. Produtores de carvão verde e biocombustíveis</li> <li>8. Produtor de mudas</li> <li>9. Cimento</li> <li>10. Processamento de caju</li> </ol>	15
PME e cozinhas coletivas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hospitais</li> <li>2. Instituições militares, ensino, hospital</li> <li>3. Acolhimento de refugiados</li> <li>4. Padarias</li> <li>5. Restaurantes</li> <li>6. Venda de carvão de lenha</li> <li>7. Produção de carvão verde</li> </ol>	48

## OFERTA

- Capacidade de produção máxima das 12 fábricas de processamento de caju atualmente em atividade no país



# Contexto: Estado actual da valorização energética dos subprodutos da casca de caju em Moçambique



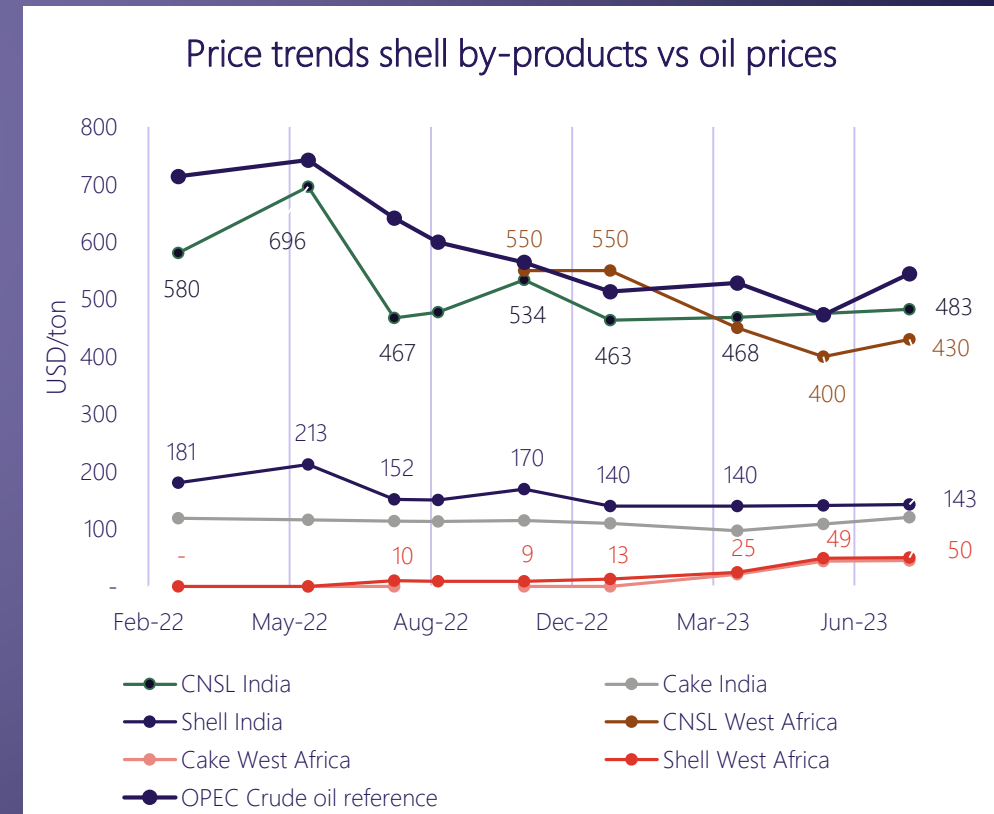
Das 12 fábricas operando em Moçambique, 8 não valorizam as suas cascas, seja +/- 27 000 MT/ano.

Das 12 fábricas operando em Moçambique, 4 extraem ou vão extrair CNSL seja +/- 10 000 MT/ano de cake dos quais 4 400 MT não valorizados.

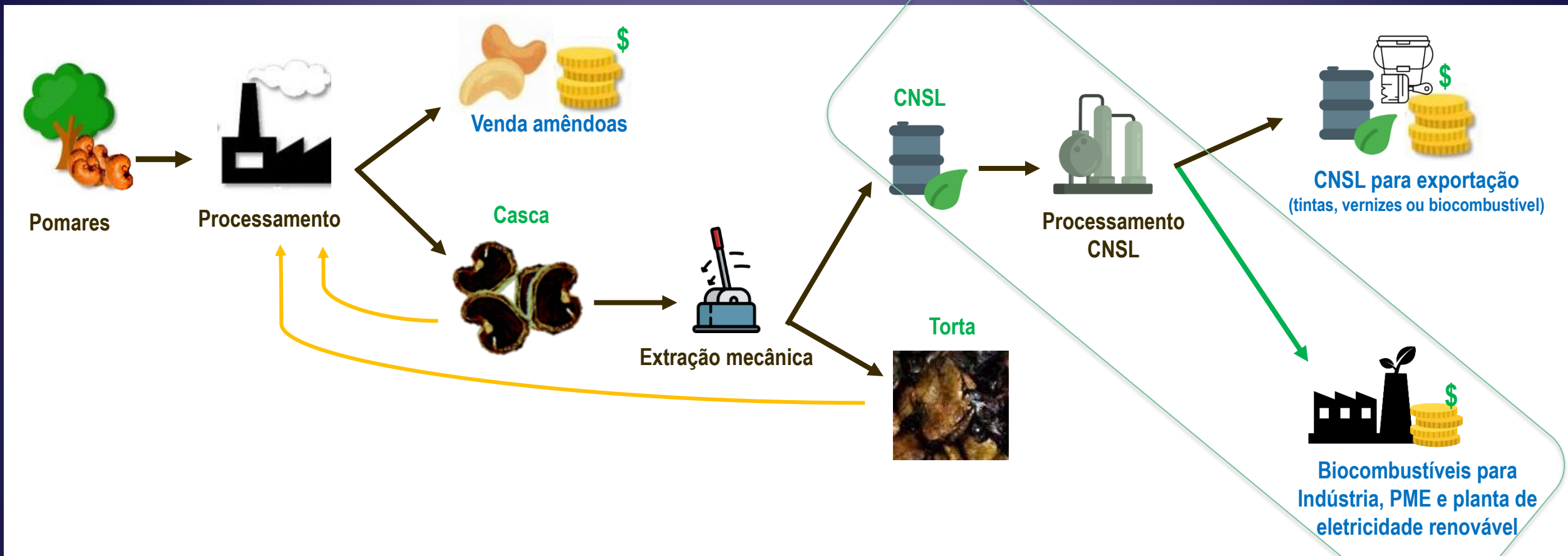


# A extração da casca para obtenção de biocombustíveis

- No contexto atual de crise energética global existe uma procura crescente de biocombustíveis renováveis, o CNSL tem adquirido um papel de fonte de energia como combustível, para uso directo ou tratado em biorefinerías
- A **torta** residual (ou cake) sempre tem sido usada como biocombustível na Ásia, e atualmente o seu uso é mais generalizado devido aos preços elevados dos combustíveis tradicionais.
- Atualmente, em Moçambique apenas 34% do potencial total de CNSL é extraído.
- Isto é uma perda de valor para o processador (figura) – a casca tem um valor de mercado!
  - Casca India 140 USD/ton
  - CNSL India 468 USD/ton
  - Petróleo Petromoc 990 USD/ton
  - HFO Moçambique 700 USD/ton
- A primeira barreira é o investimento: uma unidade de extração e processamento de CNSL de capacidade 10 000 toneladas casca/ano = 84 000 000 Mt (1,3 M USD). A produção de CNSL seria de 2 000 toneladas/ano



# CNSL: Óleo da casca de caju como biocombustível



- O CNSL representa perto de 25% do peso da casca (ver Ficha técnica na pasta).
- A extração mecânica do CNSL já é praticada em 4 fábricas moçambicanas, que consideram o mercado internacional
- Até agora unicamente o mercado internacional tem sido considerado, porém o CNSL pode ser usado à escala nacional.

# Usuários de combustível líquido em Moçambique

## Procura:

### Perfil dos atores encontrados

- Indústria alimentar (combustível líquido usado para operações específicas ou em associação com outro combustível)
- Metalurgia (experiência no uso de CNSL), mineração
- Nampula:
  - industriais que usam aquecimento com eletricidade estão interessados
  - Consumo estimado das indústrias alimentares ~13 000 t/ano (n=3)
  - Consumo estimado metalúrgia e mineração, ~10 000 t/ano (n=3)
- Maputo (cidade e província):
  - Pouco uso de combustível líquido devido à acessibilidade do gás
  - Consumo estimado indústrias ~1 400 t/ano (n=6)

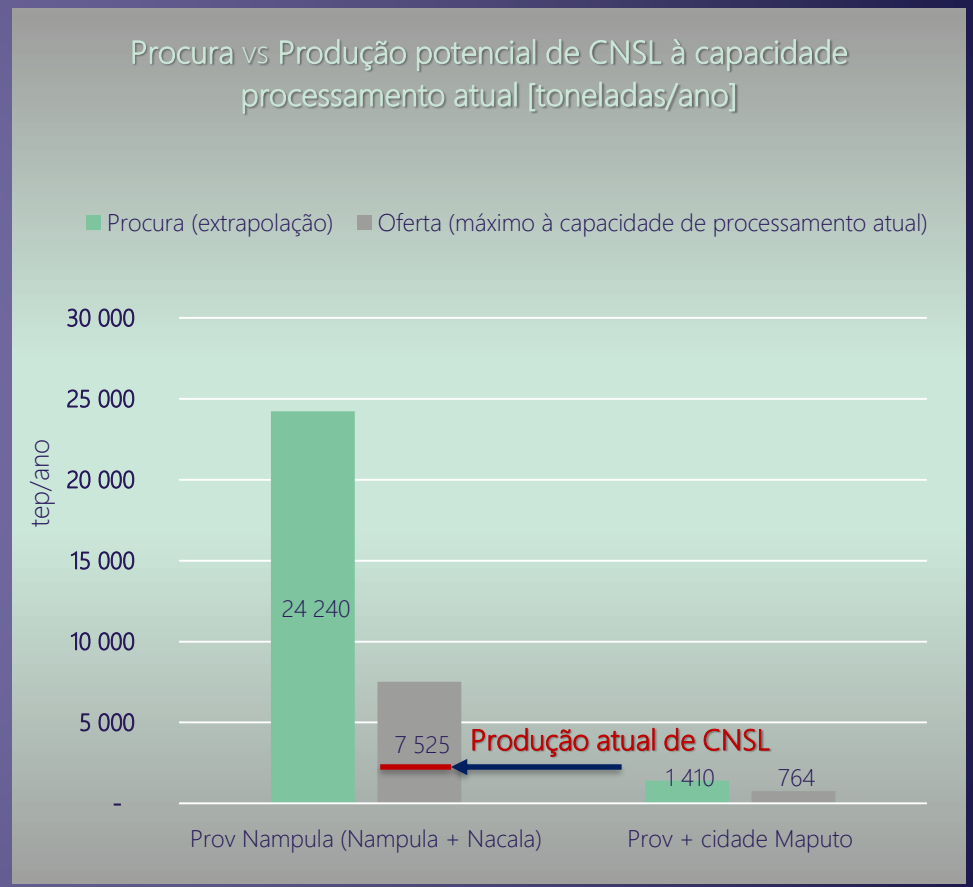


# Usuários de combustível líquido em Moçambique

## Oferta: Produção potencial de CNSL

### Produção potencial de CNSL:

- Nampula
  - Até 7 500 t/ano produzidas → pode abastecer uma parte da demanda
- Maputo
  - Apenas até 760 t/ano a produzir (Macia, Gaza) → pode fornecer uma parte da demanda
- Só 34% das cascas são extraídas: a oferta atual de CNSL é ainda longe do potencial máximo

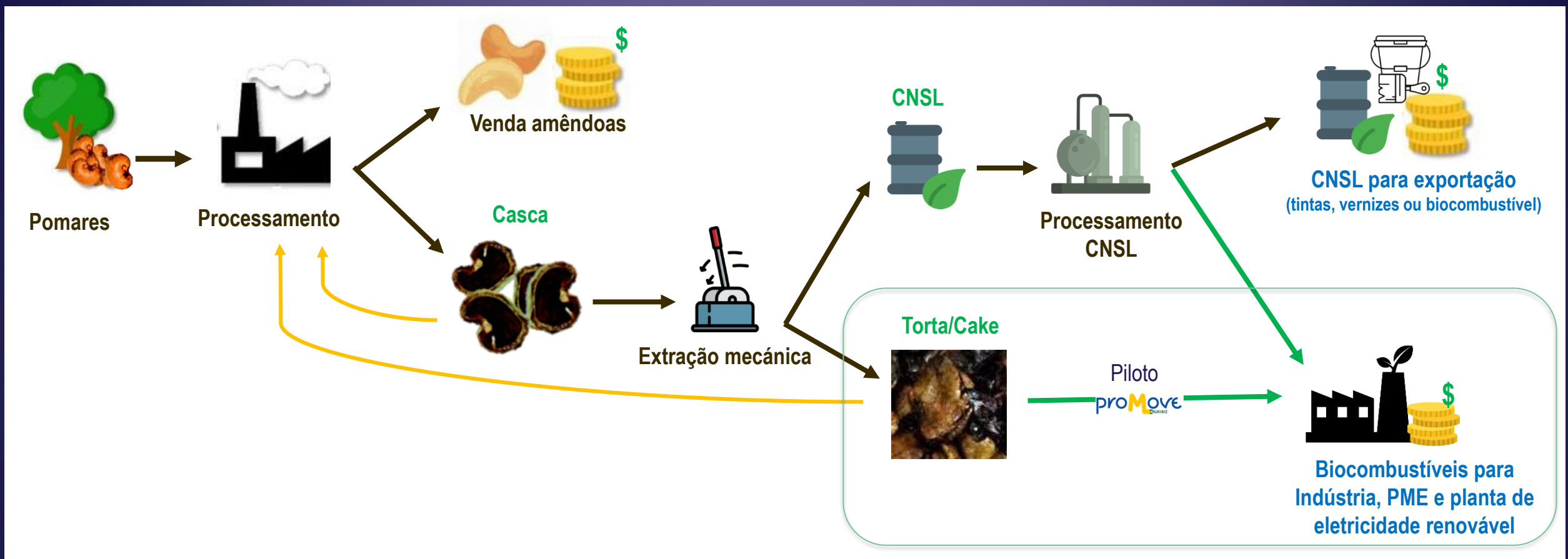


O preço de venda há de alinhar-se com o preço de combustíveis tipo HFO (fuelóleo pesado), atualmente ~700 USD/ton

# CNSL: conclusões, posicionamento

- A procura de CNSL no mercado local pode absorber toda a produção existente E potencial de CNSL da indústria de processamento moçambicana.
  - Mercado seguro pois sempre existe a opção da venda no mercado internacional.
- O preço de venda há de alinhar-se com o preço de combustíveis tipo HFO (fuelóleo pesado), atualmente ~700 USD/ton
- Hoje há necessidade de promover a extração de CNSL com os processadores em Moçambique: a extração de CNSL pode desbloquear todos os outros subproductos da casca → há lugar para investidores.
  - A simplicidade do processamento do CNSL permite que a mesma fábrica de caju ou uma terceira parte investe e opera este negócio
- As indústrias usuárias do CNSL precisam de apoio técnico e experiências de demonstração para adaptar os equipamentos de combustão a fim de integrar o CNSL no seu mix energético.

# Torta (ou cake): Um substituto eficaz à lenha para usos produtivos e um ganho adicional para os processadores de CNSL



- A torta corresponde a +/- 70% do peso da casca após a extração do CNSL
- A sua composição e poder energético é similar à lenha (ver tabela na Ficha técnica)
- O teor em óleo residual determina grandemente a qualidade e aptidão para uso combustível

# Usuários de combustível sólido em Moçambique

## Procura:

### Perfil dos atores encontrados


- Cozinhas coletivas: hospitais, centro de refugiados, centros educativos
- Padarias
- Indústria alimentar e manufatureira
- Nampula:
  - Consumo estimado das cozinhas coletivas ~720 t/ano (n=6)
  - Consumo estimado padarias, promédio ~12 toneladas/mês ; extrapolação à ~7 200 t/ano (n=50)
  - Consumo estimado da indústria ~21 000 t/ano (n=4, incluindo nova fábrica clínker)
- Maputo (cidade e província):
  - Consumo estimado das cozinhas coletivas ~3 000 t/ano (n=25)
  - Consumo estimado padarias, ~12 toneladas/mês ; extrapolação à ~32 000 t/ano (n=210)



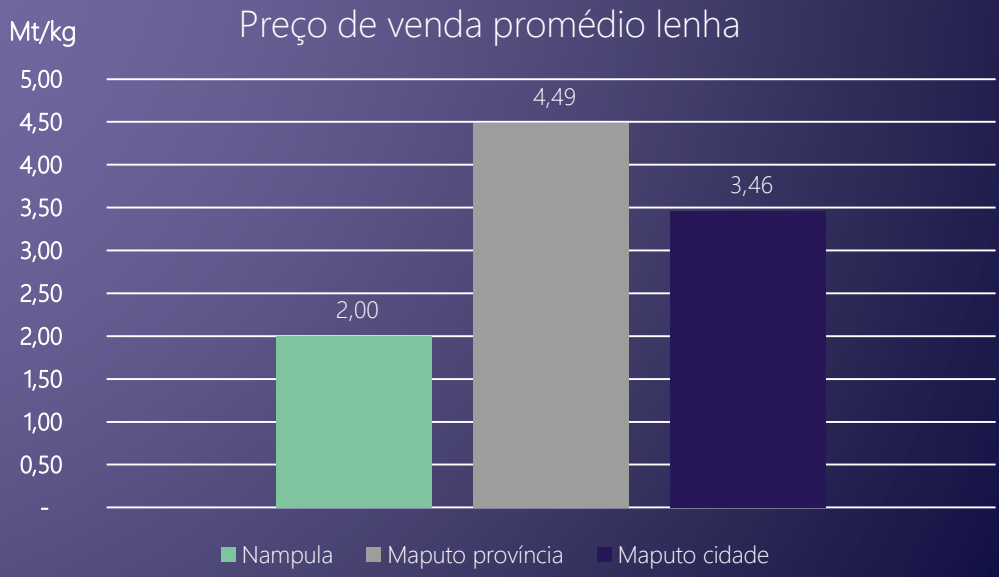
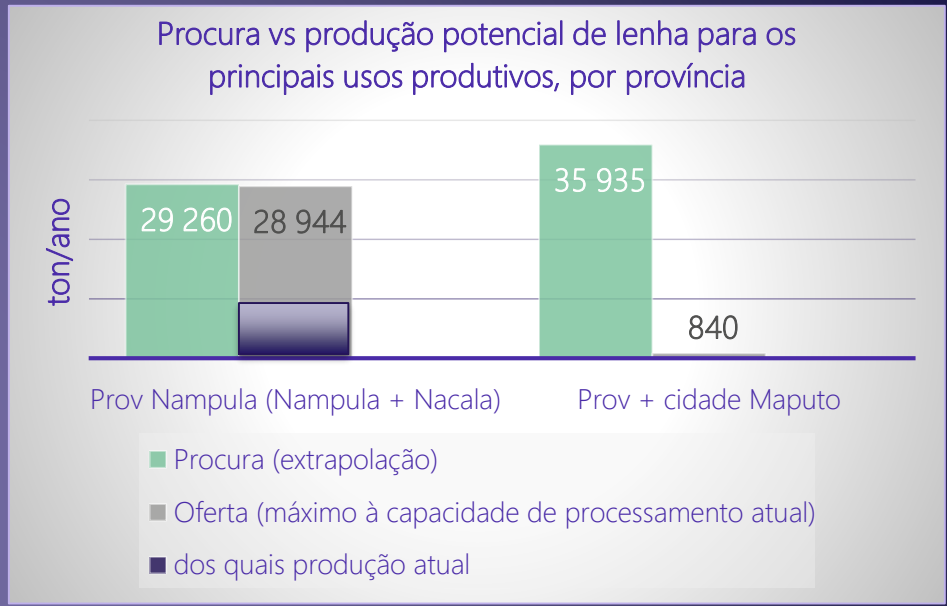
# Usuários de combustível sólido em Moçambique

## Oferta: Produção potencial de cake de casca

Produção potencial de carvão de casca/cake:

- **Nampula:** Até 29 000 t/ano de produção potencial → pode abastecer indústria, padarias e cozinhas coletivas  
 A nova fábrica de cimento de Nacala vai absorber toda a produção atual
- **Maputo:** Apenas até 3 000 t/ano a produzir (Macia, Gaza) → pode fornecer uma parte das padarias, ou indústrias

- O custo de produção de cake é 0.
- O lucro para o processador depende da proximidade do cliente (transporte ↔ lucro)
- Preço do cake pode ser inferior ou igual ao preço da lenha: O valor depende da qualidade (óleo residual, compactagem)
- Seria possível negociar preço mais vantajoso com clientes prontos para pagar por os serviços ambientais.





# Resultados projecto piloto 1 : Substituição de lenha por torta de casca numa caldeira industrial em Nampula

- Substituição de 95% do consumo diário de lenha na caldeira testada equivalente a 1 400 toneladas de lenha evitadas anualmente.
- Se extrapolar pelas 3 caldeiras a funcionar em conjunto na fábrica, corresponde a ~4 000 toneladas/ano de consumo de lenha evitado. Esta única indústria poderia absorber ~4 000 t de torta por ano, seja o equivalente de toda a produção de torta de uma unidade de processamento de caju de 8 000 MT equipada de uma unidade de extração de CNSL.
- Benefícios ambientais e económicos para a indústria:
  - Preservação das florestas do Miombo na provincia de Nampula;
  - Redução das emissões de carbono: estimativo de 800 TCO<sub>2</sub> eq cada ano, por caldeira (Gold Standard Metodology);
  - Viabilidade financeira para investir em sistema de alimentação automático da torta nas caldeiras (forte impacto dos custos de transporte da torta).

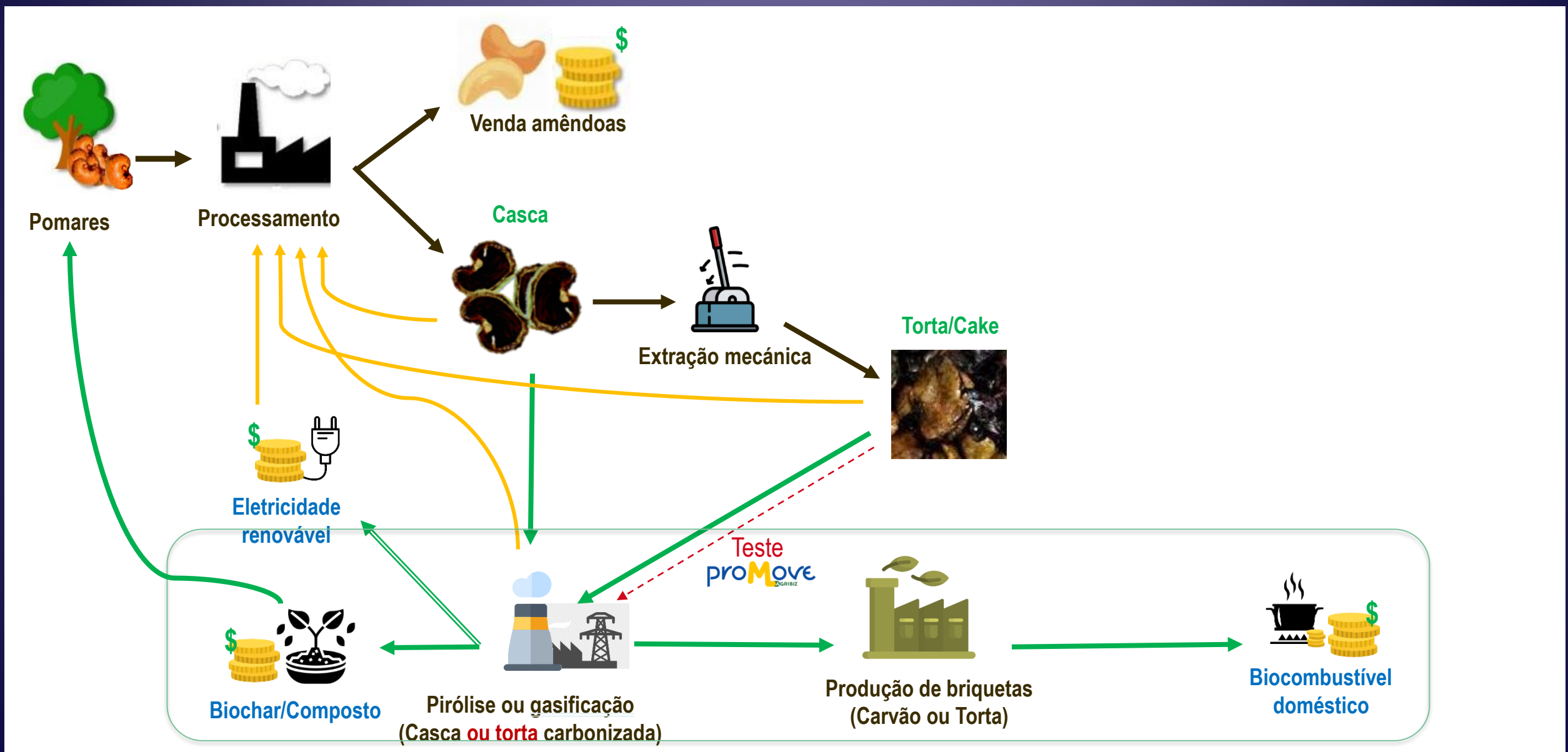


# Cake: conclusões, posicionamento

- Na Índia e Vietname, é habitual queimar o cake, misturado ou não com outras biomassas (casca de amendoim, de arroz, etc)
- O caso exemplar do teste piloto N°1 poderia ser o caso de bem outros atores industriais: Milhares de toneladas de lenha seja hectares das fráguas florestas de miombo podem ser salvados cada ano.
  - Os grandes consumidores de lenha obtém retornos sobre investimento de apenas 2 anos
  - No caso das PMEs consumidoras (padarias, cozinhas coletivas): O preço atual muito baixo da lenha poderia não atingir poupanças importantes para compensar rapidamente o investimento da mudança de equipamento.
- Para passar à escala: os usuários precisam de apoio técnico
  - Ajustes dos parâmetros de operação do dispositivo de combustão atual, mudança das grelhas...
  - Os pequenos usuários produtivos precisam de novos queimadores a fim de integrar o cake.
  - Uma política incitativa ajudaria a generalizar o uso do cake
- Pista de financiamento através da finança carbono?



# Carvão de casca/torta: Oportunidade de produção industrial de carvão verde para uso combustível ou agrônômico



# Usuários de carvão em Moçambique

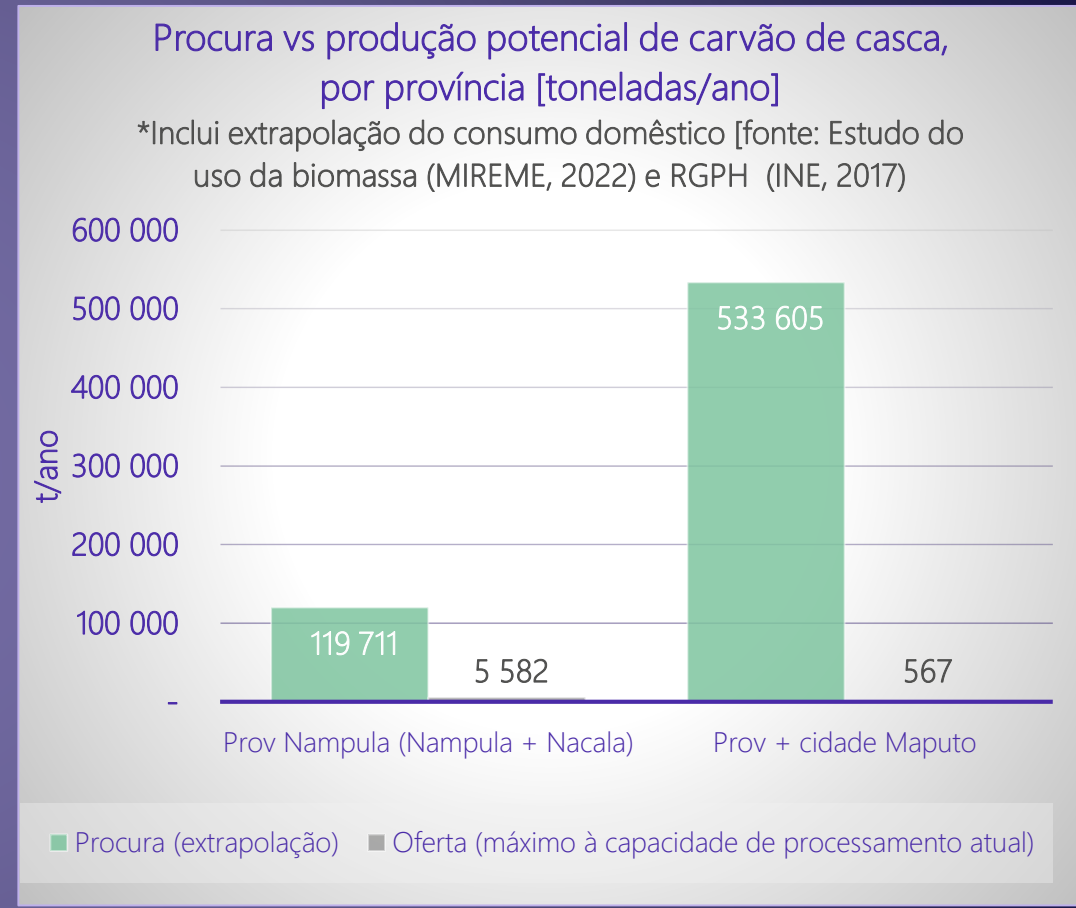
## Procura:

### Perfil dos atores encontrados

- Cozinhas coletivas, restaurantes e indústria
- O carvão faz parte dos combustíveis usados, junto com a lenha
- **Nampula:**
  - Consumo estimado das cozinhas coletivas e restaurantes ~1 100 t/ano (n=36)
  - Consumo estimado da indústria (\*carvão mineral, não considerado) 4 500 t/ano (n=2)
- **Maputo (cidade e província):**
  - Consumo estimado das cozinhas coletivas e restaurantes ~4 900 t/ano (n=152)
  - O setor avícola consome carvão, ~1 000 toneladas/ano
  - A indústria pesada (Mozal) consome carvão mineral (não foi considerado)

## Oferta: Produção potencial de carvão de casca/cake:

- **Nampula**
  - Até 5 582 t/ano produzidas → pode abastecer cozinhas coletivas, indústria e restaurantes
- **Maputo**
  - Apenas até 567 t/ano produzidas → pode fornecer uma parte das cozinhas coletivas



# Resultados projeto piloto 2 : Produção e teste de um forno de pirólise para produção de carvão e briquetas em Nampula



- Primeiros (2) fornos de pirólise construídos em Moçambique no Instituto Polivalente de Marrere (IPOMA, Nampula)
- 18 profissionais do sector da indústria e da AICAJU foram treinados na construção dos fornos
- Instalação e teste dos fornos na CN Caju e na ADPP: produção sucessiva de carvão / biochar
- Teste de briquetes de carvão de caju (feitos em Quelimane).
- Teste de qualidade: de cozedura (Enabel, Greenlight) e Teste de laboratório (Endev/GBE)

# Qualidade do carvão de casca



## 1. Caracterização físico-química das briquettes no laboratório

Humidade 5%, matérias voláteis 15%, carvão fixo 76%, cinzas 17%, valor calorífico 23,5 MJ/kg.

⚠ Teor de cinza muito elevada; carvão fixo baixo

## 2. Testes com grupos de discussão usuárias



(+) combustão lenta, possível reutilizar, económico

(-) sujo, fumaça apenas no início da combustão

## 2. Caracterização da combustão



Teste comparativo estándar de ebulição de água + análise de emissões :



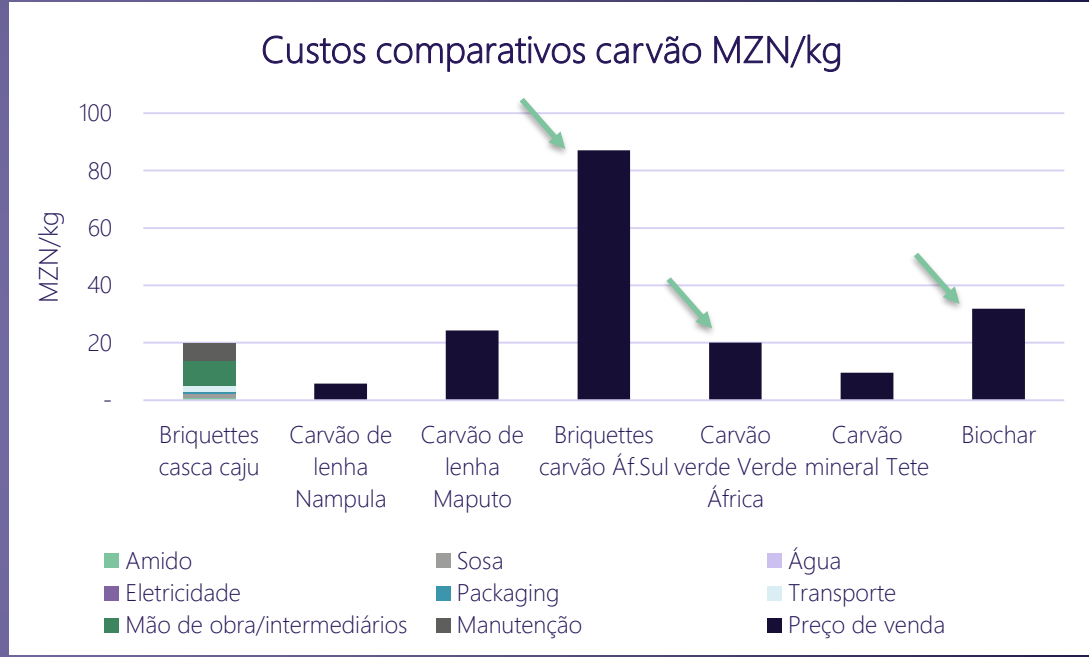
- Consumo específico [g/litro água]: **briquettes casca** > carvão lenha
- Eficiência global (alta potência) [%]: **Briquettes casca** > carvão lenha
- Emissões CO [ppm]: carvão lenha > **briquettes casca**
- Emissões partículas finas [ppm]: **briquettes casca** > carvão lenha



# Resultados projecto piloto 2: Produção e teste de um forno de pirólise para produção de carvão e briquetas em Nampula

Análise dos custos de produção de carvão de casca : são elevados

- O principal custo é a mão de obra, a operação de carbonização é lenta
- A manutenção e os aditivos (ligantes) têm um peso importante mas necessário
- Transporte : condiciona o tipo de mercado a atingir
- O estudo identificou diversas iniciativas de produtores de carvão verde (2 em Maputo e 1 em Quelimane, e na África do Sul).



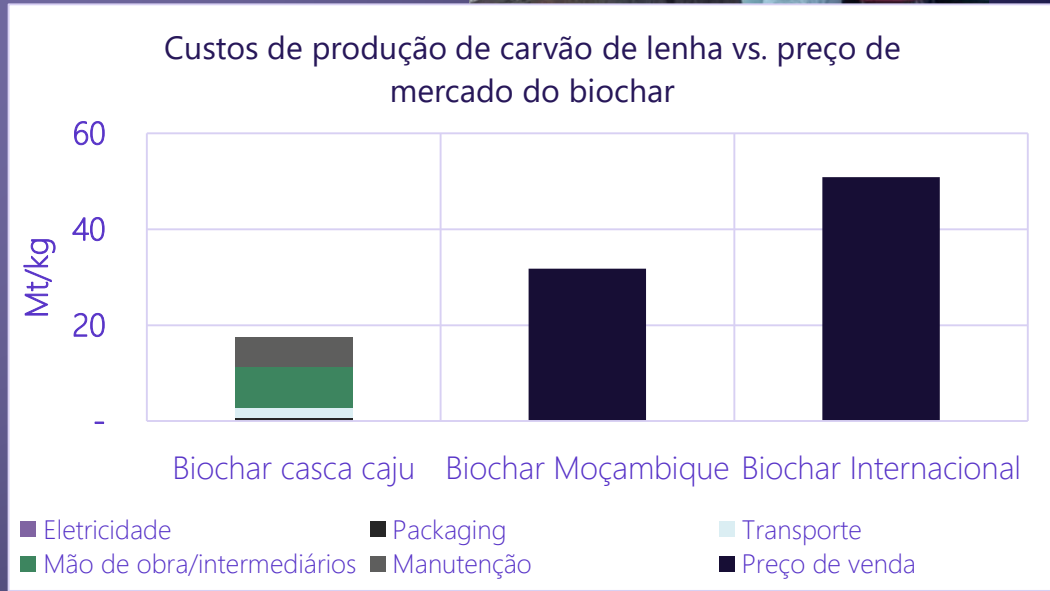
- Difícil de atingir qualidade premium → alinhamento com preços do carvão de lenha → Não é viável HOJE investir na carbonização da casca/cake em Nampula, mas parece promissor na província de Maputo (investigar mercado premium).

Matéria prima	Mercado abordado
Casca de coco	Doméstico
Casca de coco, amendoim, arroz	Venda em supermercado, preço premium
Pó de carvão de lenha	PME avícolas

Características dos produtores de carvão verde moçambicanos

# Resultados projecto piloto 2: Produção e teste de um forno de pirólise para produção de carvão e briquetas em Nampula

- O uso do carvão renovável como insumo agrícola (biochar) começa a ser considerado no mercado global
  - Os benefícios do Biochar dependem muito do tipo de solos.
  - Ao mesmo tempo é uma solução considerada como um poço de carbono, por tanto pode ser remunerada como emissões evitadas
- Preço de venda : os preços internacionais são elevados, até 800 USD/tonelada
- No âmbito do projeto, o processador ADPP foi acompanhado para negociar um acordo comercial de fornecimento de biochar de casca de cajú
- A Nitidae vai realizar no âmbito de uma outra colaboração teste agronómicos de biochar.

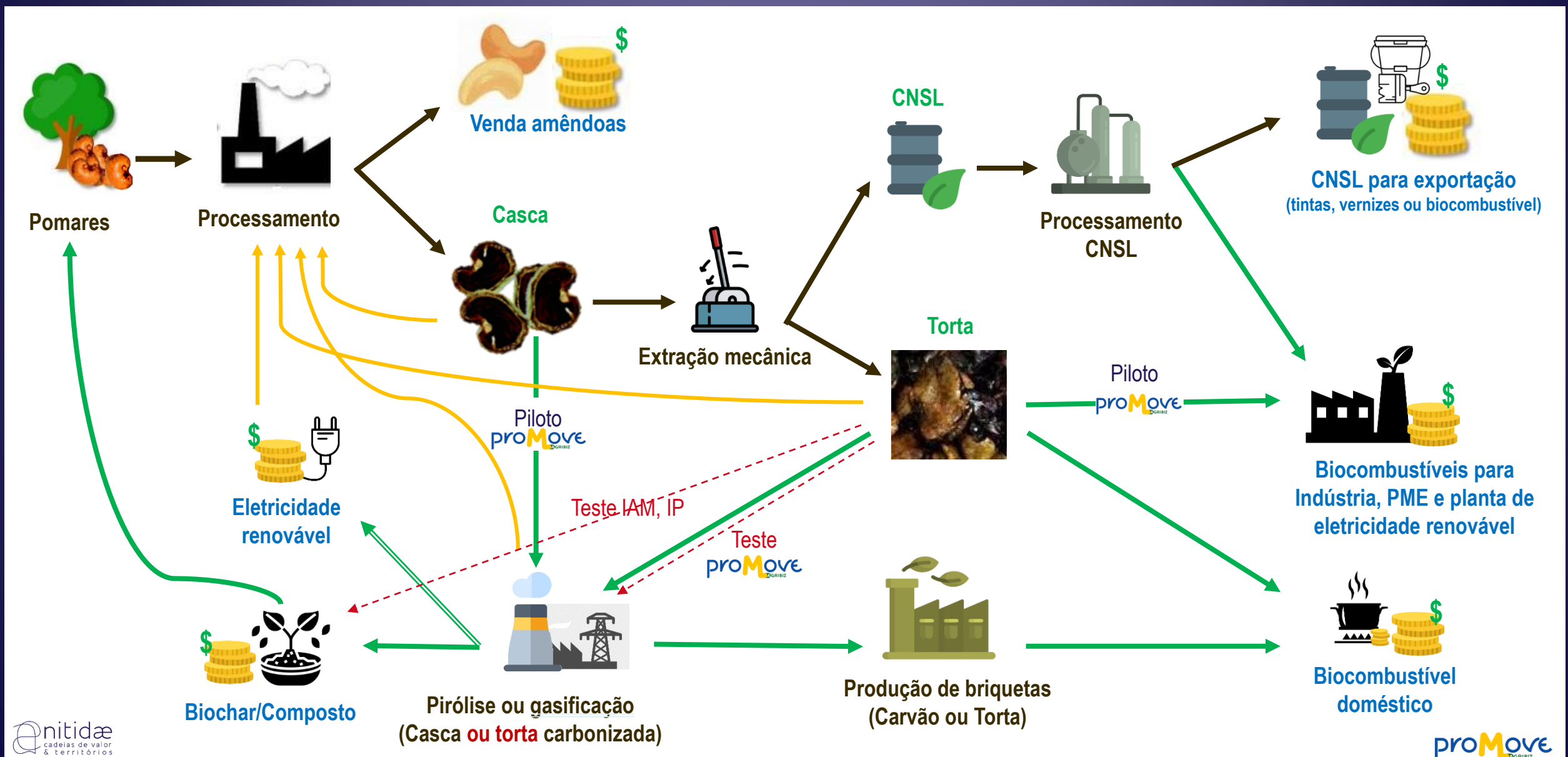




# Carvão: conclusões, posicionamento

- A procura de carvão é suficiente para absorber toda a produção potencial de carvão de casca/cake.
- O setor da cozinha colectiva e as PME devem ser priorizadas.
- Difícil de competir no mercado doméstico → alinhamento com preços do carvão de lenha → Não é viável HOJE investir na carbonização da casca/cake em Nampula, parece promissor na provincia de Maputo (investigar mercado premium).
  - O setor doméstico evoluciona lentamente, Greenlight (2022) indica pouca sensibilidade das famílias à adoção dos fogões melhorados. P ex em Maputo, apenas 3% das famílias usam fogões melhorados para o carvão;
  - Necessidade de sensibilização dos usuários sobre a qualidade do carvão de casca (fumo, cheiro quando ascende);
  - Há pouca experiência em Moçambique na carbonização das cascas/cake, é preciso continuar as experiências para atingir uma qualidade aceitável
- Mercado do biochar em desenvolvimento: alguns atores favoráveis a oferecer um preço premium para fertilização → necessidade de experimentação para confirmar que a qualidade é adaptada.
  - Nitidæ está a conduzir experiências piloto em aplicação de biochar em pomares de caju

# A nossa visão ! Cadeia completa de valorização energética dos subprodutos da casca de caju em Moçambique



# Conclusões gerais / Perspectivas

## Cómo financiar a emergência do sector da casca?

Constrangimento do sector: volúmens de cascas valorizadas insuficientes

Usuários precisam de assistência técnica para difusão rápida

Oportunidade de negócio verde e rentável

Impactos ambientais consideráveis

- 24 413 ton CO2 por uso CNSL
- 19 154 ton CO2 por uso cake
- Milhares de hectares deforestadas evitadas

Dificuldade de acesso ao crédito no sector caju (e em geral)

Processadores precisam de assistência técnica para qualidade de subprodutos aceitável

Fomento da economia circular

- A finança climática pode ser uma solução apropriada para facilitar o descolagem rápido deste sector de biomassa renovável que contribui à neutralidade do sector caju e a economia circular moçambicana.
- Fundos tipo créditos carbono, fundos de adaptação mudanças climáticas, fundos de investimento verdes, incentivos fiscais verdes... são exemplos válidos para o setor

# Conclusões gerais / Perspectivas

- Existe uma grande oportunidade para melhorar a competitividade e a sustentabilidade do processamento em Moçambique a través da valorização dos subproductos da casca e a criação de uma economia circular.
  - Os benefícios da venda dos subprodutos podem trazer benefícios entre 5% e 11% do preço de custo da castanha
- O cenário ideal de valorização dos subprodutos da casca, hoje em Moçambique, é constituído da extração e da venda do CNSL e do uso direito da torta como combustível sólido:
  - Maximiza os ganhos económicos, os benefícios ambientais e o aproveitamento energético dos subprodutos;
  - Existe mercado importante ao nível internacional e nacional (Procura nacional CNSL 26 000 MT, Cake 66 000 MT) de atores com grande consumo unitário;
  - Business case demonstrado ao nível indústrial em experiências prévias (Indo Metal a usar CNSL combustível) e no piloto de substituição da lenha por torta.

A primeira ação é o apoio ao investimento para extração de CNSL (hoje produz-se só 1/3 de seu potencial) que constitui o principal constrangimento à valorização completa de todos os subproductos da casca.

# Conclusões gerais / Perspectivas

- Pelo carvão, difícil de competir com os preços do carvão de lenha no mercado doméstico  
→ Não parece viável HOJE investir na carbonização da casca/cake em Nampula, parece promissor na província de Maputo.
- Ainda existem atores e mercados importantes a investigar (CFM, oil & gas, cimenteiras).
- Necessidade de apoiar as indústrias ou PME na experimentação e introdução de tecnologias adaptas para integrar os combustíveis da casca e passar a escala.
- Qual seria o papel, as estratégias e as acções que poderiam ser desenvolvidas pelos actores chaves do sector:
  - Os usuários de combustíveis para fazer ouvir as necessidades de combustíveis abordáveis e limpos?
  - MIREME para integrar os subprodutos da casca na Estratégia Nacional de Biocombustíveis e mecanismos de incentivos e promoção de uso dos biocombustíveis renováveis.
  - AICAJU, quê estratégia para se posicionar sobre as oportunidades identificadas neste trabalho junto com os seus parceiros ?
  - IAM, IP: integração dos subproductos da casca na sua estrategia através de seu Plano Director
  - Parceiros da cooperação e actores financeiros sobre a questão do acesso ao financiamento (credito, finança climática/pagamentos por serviços ambientais, carbono).

# Muito obrigada/o

## Apresentação dos resultados do estudo

Maputo, 21 de novembro 2023

### Contactos:

Jean Baptiste Roelens  
[jb.roelens@nitidae.org](mailto:jb.roelens@nitidae.org)  
+258 87 004 3558

Julia Artigas Sancho  
[j.artigassancho@nitidae.org](mailto:j.artigassancho@nitidae.org)  
+258 87 301 2039

[www.nitidae.org](http://www.nitidae.org)



Co-funded by European Union

Implemented by

**giz**

Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



cooperação  
alemã  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



nitidae  
landscapes & value chains