

# 62

Fecha de presentación: julio, 2021  
Fecha de aceptación: agosto, 2021  
Fecha de publicación: septiembre, 2021

## PROCEDIMENTO PARA ASSIMILAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS SUSTENTÁVEIS EM CONDIÇÕES DE COOPERAÇÃO SUL-SUL

### PROCEDURE FOR THE ASSIMILATION AND TRANSFER OF SUSTAINABLE ENERGY TECHNOLOGIES IN CONDITIONS OF SOUTH - SOUTH COOPERATION

David Muto Lubota<sup>1</sup>

E-mail: [marciodeivy@yahoo.com.br](mailto:marciodeivy@yahoo.com.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5684-8279>

Erenio González Suárez<sup>2</sup>

E-mail: [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>

Gilberto Hernández Pérez<sup>2</sup>

E-mail: [gilbertod@nauta.cu](mailto:gilbertod@nauta.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4558-1107>

<sup>1</sup> Universidade 11 de Novembro, Cabinda. Angola.

<sup>2</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.

#### Citação sugerida (APA, 7ª edição)

Muto Lubota, D., González Suárez, E., & Hernández Pérez, G. (2021). Procedimento para assimilação e transferência de tecnologias energéticas sustentáveis em condições de cooperação Sul-Sul. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 574-585.

#### RESUMO

O trabalho apresenta um procedimento metodológico de apoio aos processos de tomada de decisão, relacionados com a assimilação de tecnologias, para a produção de bioenergética, através da utilização de óleo de palma (dendém) e biomassa florestal residual, que garante o abastecimento energético às instalações de reciclagem de alumínio, na província de Cabinda, Angola. A principal novidade científica relatada, é o instrumento metodológico desenvolvido para apoiar processos de tomada de decisão relacionados à assimilação e transferência de tecnologias alternativas, para a produção sustentável de bioenergética, e sua aplicação experimental, aproveitando as oportunidades que são oferecidas para o melhoramento da matriz energética do país, sem contaminar o meio ambiente e sem afectar o uso da terra para a produção de alimentos, tudo por meio da colaboração sul-sul. Eles também constituem a contribuição da solução proposta, e que destacam o seu valor prático e da relevância social. O cálculo e a avaliação do impacto da assimilação no país das tecnologias de transformação do óleo de dendém em biocombustível (biodiesel) e dos processos tecnológicos de conversão de resíduos florestais, mormente (madeireiros) a madeira e produtos agrícolas, para a geração de energia nas condições específicas do território objecto de estudo, bem como tecnologias de produção de biodiesel a partir do óleo de dendém, unindo a produção aos estudos de transporte de outras matérias-primas para determinar a localização de novas instalações, considerando aspectos relacionados à sua escala de produção.

**Palavras-chave:** Colaboração, bioenergética, procedimento, reciclagem.

#### ABSTRACT

The work shows a methodological procedure to support the decision-making processes related to the assimilation of technologies for the production of bioenergetics, through the use of African palm oil and residual forest biomass that guarantees the energy supply to the aluminum recycling facilities. and plastics in a region with application in Cabinda, Angola. The main scientific novelty that is reported is the methodological instrument developed to support decision-making processes related to the assimilation / transfer of alternative technologies for the sustainable production of bioenergetics, and their experimental application, taking advantage of the opportunities that these offer to the improvement of the energy matrix. of the country, without damaging the environment and without affecting the use of the land for food production, all through south-south collaboration. They also constitute contributions of the proposed solution, and that highlight its practical value and social relevance. The calculation and assessment of the impact of assimilating by the country the technologies of transformation of crude palm oil into biofuel (biodiesel) and the technological processes of conversion of forest, wood and agricultural residues, for the generation of energy in the specific conditions of the territory object of study, as well as biodiesel production technologies from crude oil of African palm, linking its production with transportation studies of other raw materials to determine the location of new facilities, considering aspects related to their production scale .

**Keywords:** Collaboration, bioenergetics, procedure, recycling.

## INTRODUÇÃO

O modelo energético mundial está seguindo um novo rumo, devido à redução progressiva das reservas de combustíveis fósseis, bem como aos requisitos cada vez mais exigentes de conservação do meio ambiente; por isso a atenção dos pesquisadores tem - se voltado para a busca de novas fontes de energia limpa e renovável. É por isso que se considera de grande interesse, tanto para o desenvolvimento da República de Angola e de África em geral como de boa parte dos países do Sul, promover o diálogo e a cooperação visando a promoção de iniciativas e projectos de investigação específicos e investimentos destinados à utilização de biomassa residual agro - industrial para a produção de bio - energéticos.

Aqui devemos considerar que a aplicação do conceito de biorrefinaria para a recuperação de resíduos é uma forma prospectiva de mitigar as mudanças climáticas sem prejudicar a segurança alimentar (Donga, et al., 2018), que tem um valor especial quando aplicamos esses conceitos a distritos urbanos ligados a áreas florestais ou montanhosas (Nikodinoska, et al., 2017).

Também é significativo valorizar a importância da assimilação de novas tecnologias (especialmente limpas) para os países do terceiro mundo. A sua exploração contribui para a redução dos gastos de I&D que permite estabelecer o nível competitivo necessário à manutenção de um equilíbrio tecnológico, apoiado numa vigilância tecnológica activa que maximiza as vantagens competitivas da empresa, através do conhecimento exaustivo do que se passa no seu ambiente aos programas multilaterais, a fim de buscar soluções para problemas comuns, aumentando a capacidade e potencializando o desenvolvimento de seus membros, bem como o impacto da ciência e tecnologia no uso de bio - combustíveis no continente africano.

Em virtude do exposto, o objectivo deste trabalho é propor um instrumento metodológico de apoio aos processos de tomadas de decisão relacionados à assimilação de tecnologias alternativas para a produção de bioenergética, através do uso de óleo de dendém e biomassa florestal residual que garanta o fornecimento de energia às fábricas de reciclagem de alumínio e plástico da província de Cabinda, República de Angola, em condições eficientes.

Tendo em vista o problema científico, técnico e económico a ser resolvido, é necessário desenvolver um instrumento metodológico baseado nas relações de cooperação Sul-Sul que subvencione os processos decisórios específicos voltados à assimilação de tecnologias alternativas para a produção sustentável de bio - energéticos por meio de uso eficiente de recursos naturais nativos

(óleo de dendém), biomassa vegetal residual como matéria-prima que garante, por sua vez, o funcionamento de usinas de reciclagem de resíduos de plástico e alumínio, contribuindo assim para a melhoria da matriz energética existente no país sede. Pesquisas mostram que os vínculos entre universidades e empresas auxiliam em maior atividade de inovação (Tian, et al., 2021)

Embora haja um histórico de inovação em países do sul (Codner, et al., 2012) e de colaboração sul-sul na transferência de tecnologias sul-sul (Baraki & Brent, 2013) neste, foram consideradas as possibilidades de colaboração internacional entre universidades para a concretização de resultados científicos (González, et al., 2017) em que está presente a Ciência, Tecnologia e Inovação no ensino superior, deve ser sempre uma formação do potencial humano (Álvarez; 2021). Trata-se de harmonizar, através da boa gestão, a pesquisa científica e tecnológica com a formação de profissionais, mestres e doutores (León, et al., 2021), pois é necessária também a formação de professores universitários para a manutenção de um corpo docente, diferenciado, preparada e formada para relacionar a teoria e prática, bem como para a investigação e para relacionar a ciência e a tecnologia com o contexto natural e social em que a universidade se desenvolve e para o contributo directo para a sociedade em tarefas de impacto pelo facto de nos novos conceitos do desenvolvimento industrial, a pesquisa na Educação Superior é considerada um elo da cadeia produtiva (Ricardo, et al., 2021).

## DESENVOLVIMENTO

O principal objectivo da cooperação no campo da Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento é promover os processos de geração e utilização do conhecimento científico e tecnológico para melhorar as condições de vida, o crescimento económico e a equidade social.

Atualmente existe um consenso sobre a necessidade de direccionar estratégias de fortalecimento das capacidades institucionais (desenvolvimento científico, técnico-tecnológico e de inovação) para responder antecipadamente às demandas do meio ambiente, com especial destaque para aquelas vinculadas aos recursos naturais e verificação das práticas empresariais no sector em que o estudo se concentra. Foi desenvolvido um procedimento metodológico geral para a formulação e implementação de estratégias de assimilação e transferência de tecnologias alternativas para a produção sustentável de bioenergética, por meio do uso eficiente dos recursos naturais nativos (por exemplo: óleo dendê e biomassa vegetal residual) como matéria-prima, garante o funcionamento de usinas de reciclagem de resíduos de plástico e

alumínio para a produção de coprodutos, contribuindo assim para a melhoria da matriz energética existente no país anfitrião.

Para operacionalizar o procedimento metodológico geral, na Figura 1 apresenta um algoritmo desenvolvido na forma de um diagrama lógico com sequência de etapas e decisões operacionais para a execução do processo de assimilação / transferência de tecnologias alternativas para a produção sustentável de bioenergética baseada na Cooperação sul-sul. A novidade do procedimento é incluir a colaboração Sul-Sul como complemento do caminho de vigilância tecnológica e escalonamento tecnológico, e está orientado para a criação de uma capacidade de gestão da transferência de tecnologias energéticas que facilite a realização do diagnóstico. a seleção, negociação, desenvolvimento, aquisição e assimilação de tecnologias em cada caso, norteando as empresas e entidades técnicas a implementar programas de produção mais limpa e sistemas de gestão ambiental no uso adequado dessas tecnologias. O conteúdo do procedimento operacional do método geral proposto é explicado a continuação.

### ETAPA 1. Determinação da demanda do produto e disponibilidade de matérias-primas para tecnologias de energéticas

A demanda por produtos energéticos e coprodutos derivados é um assunto que apresenta incertezas do tipo que Rudd & Watson (1976), chamaram de “Incerteza nas mudanças futuras”, pois dependerá do aumento de resíduos sólidos a serem reciclados, de acordo com recomendação dos autores., através de uma previsão de crescimento que pode ou não ser linear, mas viável de ser representada por uma expressão matemática baseada nos anos a decorrer, baseada em dados históricos sobre os resíduos gerados pela população, que irá gerar resíduos mais elevados na medida em que cresce e é determinado, conforme recomendado por Oquendo, et al. (2016) por meio de um estudo de mercado, que fornecerá as quantidades a serem produzidas e o possível preço de venda. É imprescindível fazer uma análise territorial da disponibilidade do recurso matéria-prima porque com a biomassa, é aconselhável estudar os problemas de mudança da disponibilidade como fonte de energia com uma visão de futuro. No caso de Cabinda, deve ser incluída a opção de comportamento linear e não linear.

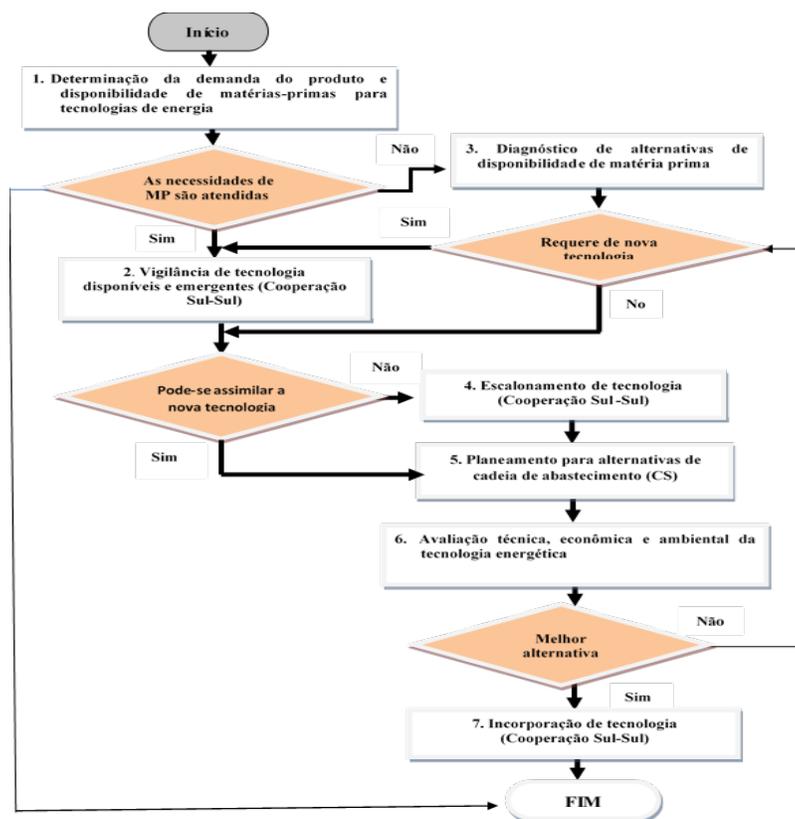


Figura 1. Procedimento operacional de assimilação de tecnologias para a produção de bioenergética.

## ETAPA 2. Vigilância das tecnologias disponíveis e emergentes.

O objectivo desta etapa é acompanhar periodicamente a informação relevante nacional e estrangeira sobre as últimas tendências tecnológicas do sector, possíveis parceiros, concorrentes e aplicações tecnológicas emergentes para transformá-la em conhecimento, com o objetivo de tomar decisões com menor risco; Estas informações a monitorizar incluem também a dimensão do mercado, a sua estrutura e a percepção do potencial negócio, bem como o enquadramento jurídico e social onde as suas repercussões beneficiam instituições de I&D, universidades e empresas.

## ETAPA 3. Diagnóstico das alternativas de disponibilidade de matéria-prima

O objectivo deste diagnóstico é determinar a existência de alternativas de disponibilidade de matéria-prima para a produção de bioenergéticos. Geralmente, as alternativas são diversas e advêm do potencial de biomassa disponível de origem florestal (resíduos gerados nos cortes de silviculturas do monte), a biomassa dos resíduos da colheita em lavouras agrícolas e que se originam do processo de transformação da madeira em floresta indústrias (por exemplo, serragem, casca, aparas, entre outras).

## ETAPA 4. Escalonamento da tecnologia

O objectivo do escalonamento da tecnologia é avaliar tecnologias de energia sustentável previamente identificadas / seleccionadas ou outras como alternativas relevantes e levá-las à escala industrial. Aqui é imprescindível incluir a análise da tecnologia das usinas de beneficiamento, bem como de sua capacidade de produção (geração de bioenergéticos), de acordo com as projecções de demanda de médio e / ou longo prazo para o produto ofertado.

Nesse processo, deve-se ter em mente um conjunto de princípios clássicos que também correspondem para esses casos e que facilitam a sistematização das equipas de trabalho de forma a minimizar as incertezas no processo de tomada de decisão.

## ETAPA 5. Planeamento de alternativas da cadeia de suprimentos (CS)

Em qualquer caso, o planeamento da Cadeia de Suprimentos específica que atende deve ser o resultado de uma avaliação e selecção de alternativas viáveis baseadas em indicadores de desempenho estimados para os diferentes processos neles envolvidos, seleccionados de diferentes fontes.

## ETAPA 5.1. Procedimento específico para definir a capacidade inicial da instalação e sua macro localização.

Em qualquer processo de investimento, é necessário atingir um equilíbrio entre a utilização da capacidade do investimento ao longo do tempo e a capacidade inicial instalada, o que coloca no estudo científico a necessidade de determinar a capacidade inicial mais favorável em qualquer tipo de investimento, nos casos em que se sabe que haverá variação na demanda de mercado (Rudd & Watson, 1976) ou na disponibilidade de matéria-prima (Oquendo, et al., 2016), o que levanta o problema de considerar a incerteza em mudanças futuras para determinar a capacidade inicial de um investimento.

Independentemente dos resíduos que se analisam e tendo em conta os processos logísticos associados, no caso particular dos estudos de macro localização de instalações industriais em condições de incerteza face a possíveis alterações futuras, é necessário ter em consideração, entre outros, os seguintes aspectos: a demanda do mercado e suas mudanças no futuro, a incerteza na disponibilidade de matérias-primas, a disponibilidade de tecnologias para diferentes processos, os custos de transporte de matérias-primas e produtos acabados, a incerteza nos níveis de capacidades iniciais, de acordo com demandas do mercado, sua evolução e incertezas nos parâmetros financeiros.

Conforme mostra a Figura 2, a previsão de crescimento na disponibilidade de óleo de dendém e biomassa florestal residual é apenas uma aproximação para resolver a incerteza de mudanças futuras e aumenta a possibilidade de considerar a capacidade de produção. Instalação inicial a ser montada, propondo duas etapas no tempo: A) quando a capacidade produtiva instalada for maior do que aquela que realmente permite atingir a disponibilidade de matéria-prima ou o consumo do mercado e em que haja perdas no uso da capacidade instalada e com esta dos recursos investidos para atingir essa capacidade instalada; B) quando o crescimento da disponibilidade de matérias-primas ou da demanda do mercado permitir aumentar as capacidades de produção de produtos comercializáveis e essas possibilidades não puderem ser aproveitadas devido às limitações na capacidade industrial instalada e houver perda de possíveis lucros na produção e comercializar níveis mais elevados do produto.

Com base no que foi afirmado a esse respeito por Rudd & Watson (1976), e trabalhos semelhantes realizados por Oquendo, et al. (2016), para a indústria canavieira, é proposto um procedimento que inclui a determinação da capacidade de produção e macro localização do

investimento inicial, considerando a incerteza com base em cenários prováveis, produto de potenciais mudanças futuras nas quais (Figura 3).

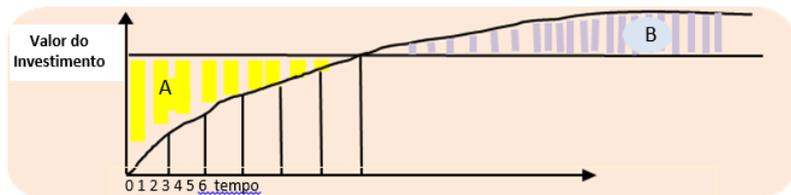


Figura 2. Comparação da demanda com a capacidade instalada.

Fonte: Oquendo, et al. (2016).

**A:** desperdício de capacidade instalada até que a demanda de produção ou disponibilidade de matéria-prima atinja o valor da capacidade instalada.

**B:** falha em cobrir oportunidade de demanda de mercado por falta de capacidade instalada.

Neste caso, considerou-se que em um problema real a previsão do crescimento na disponibilidade de matéria-prima ou na demanda pelo produto pode ou não ter um comportamento linear e que, portanto, uma das duas alternativas, os problemas de incerteza na capacidade inicial a ser instalada, podem ser resolvidos considerando-se um modelo linear ou não linear comportamento de alguns dos dois crescimentos. No procedimento representado (Figura 3), a fim de determinar a incerteza futura na capacidade instalada inicial e na macro colocação, propõe-se a aplicação do método da demanda inicial diferente de zero (Rudd & Watson, 1976).

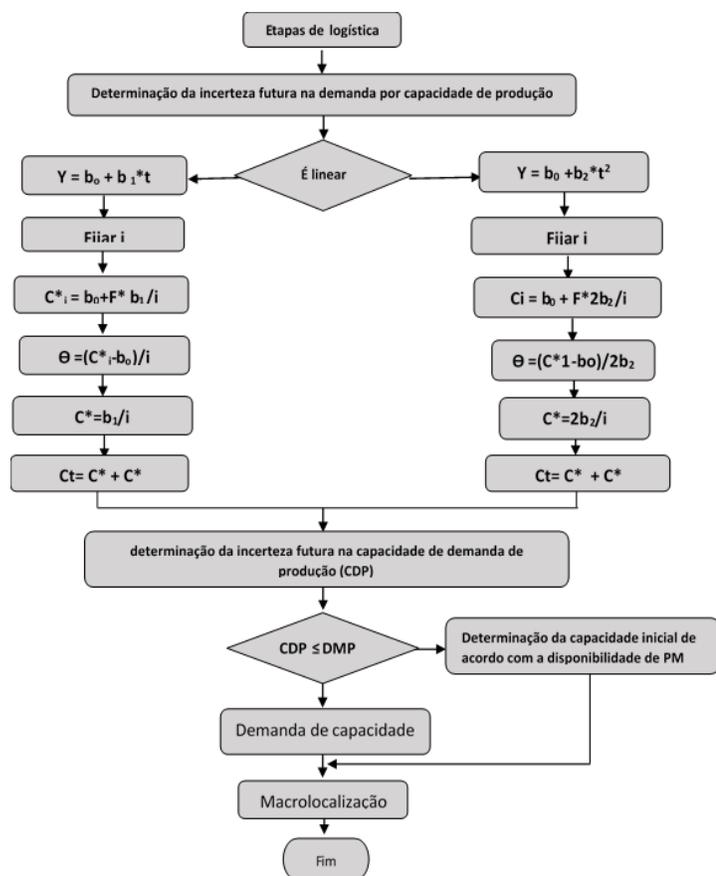


Figura 3. Procedimento específico para definir o tamanho inicial da instalação e sua macro localização.

Fonte: Muto, et al. (2016a).

## ETAPA 5.2. Modelo de otimização de transporte pelo critério de custo mínimo considerando critérios de incerteza.

Tendo em conta o aspecto metodológico correspondente ao modelo de programação linear misturado com inteiros, que permite, não só resolver o problema dos transportes, mas também o problema da macro localização do investimento e a determinação das capacidades em processos tecnológicos transformativos para realizar este estudo, são utilizadas as seguintes fases:

**FASE 1.** Explicação do problema e definição de sua natureza.

**FASE 2. Formulação do problema.** É formulado programando as variáveis contínuas e inteiras, as restrições de capacidade dos resíduos e sua disponibilidade, a distribuição do produto acabado e a função objetivo.

**FASE 3.** Determinação da função objetivo. Neste caso, determinou-se que era o custo de transporte da matéria-prima e do produto acabado.

**FASE 4. Resolvendo o problema.**

Para sua solução, propõe-se a utilização de Programação Linear que tem mostrado amplas possibilidades como tem sido referido na literatura (Fleites, et al., 2020) e de tradição especial para problemas de transporte e com experiências quando há incerteza na demanda pelos produtos e a disponibilidade de matérias-primas (Oquendo, et al., 2016).

A função objetivo utilizada foi o custo mínimo de transporte (expressão 1), considerando tanto o transporte da matéria-prima quanto do produto acabado.

$C_{mínimo} = \sum (C_{ij} * Y_j + C_{jk} * Y_j)$  Equação 1, onde:

$C_{ij}$ : custo de transporte de resíduos de qualquer área do território "i" como possíveis fornecedores, para qualquer localidade possível "j", em dólares americanos.

$C_{jk}$ : custo de transporte dos bioenergéticos de qualquer um dos possíveis locais "j" da planta de bioenergia até a recicladora localizada no destino definido "k", em dólares americanos.

Aqui deve-se levar em consideração que, sendo a biomassa uma fonte de produtos químicos e de energia, são inúmeras as possibilidades de sua utilização como matéria-prima para a obtenção de produtos químicos e de energia, portanto a aplicação da estratégia de processo com o apoio da computação moderna. Ferramentas, permite avaliar com precisão as melhores alternativas para a transformação da

## ETAPA 6. Avaliação técnica, econômica e ambiental da nova tecnologia

Os indicadores que refletem a viabilidade de qualquer projecto com maior clareza e precisão são os seguintes (indicadores económicos): Período de retorno do investimento (PRI), Valor presente neto (VPN), Taxa interna de retorno (TIR).'

Para a análise, serão determinados os custos de investimento e produção, de acordo com a metodologia proposta por Max & Timmerhauss (1991); Da mesma forma, os custos dos equipamentos foram pesquisados e atualizados pelo índice de custo atual do ano de 2016 previsto conforme recomendado na literatura científica (González & Castro, 2012).

## ETAPA 7. Incorporação de tecnologia.

É o processo de integração planeada da tecnologia em todas as operações da organização. Inclui a coordenação e supervisão da alta direção da execução da estratégia tecnológica e, de forma particular, a forma como se realiza a introdução e utilização de tecnologias nas várias áreas.

## Discussão dos resultados.

Nesta secção, dois estudos de caso representativos são apresentados para verificar a validade da aplicação do procedimento proposto para a assimilação / transferência de tecnologias alternativas para a produção de bioenergética através do uso óleo de dendém (OD) e de resíduos florestais, agrícolas, de biomassa lenhosa.

### Estudo de caso. Assimilação de tecnologias energéticas para a produção de biodiesel a partir do óleo dendém

Este estudo de caso inclui a assimilação de tecnologias para a produção de bioenergética por meio do uso de óleo de dendém e da colaboração Sul-Sul dos centros de geração de conhecimento: a assimilação / transferência de tecnologias energéticas sustentáveis para a produção de biodiesel; no que já foi relatado experiências no grupo cubano por meio da cooperação Sul-Sul entre centros de geração de conhecimento (García, et al., 2019).

### Resultados da aplicação do procedimento operacional geral para a assimilação /transferência de tecnologia de produção bioenergética

Para desenvolver este aspecto, foi utilizado o procedimento adequado para a assimilação de tecnologias energéticas (Muto, et al., 2016a), no contexto de um país do terceiro mundo, no que diz respeito a custo, tempo e operações funcionais, para cuja aplicação é necessário um

conjunto de acções para processar as informações e solucionar os problemas decorrentes da incerteza da tecnologia. A consideração da incerteza para mudanças futuras tem sido um elemento essencial (Rudd & Watson, 1976).

De acordo com o procedimento proposto, a primeira etapa para a aquisição de novas tecnologias energéticas é constituída pela necessidade e demandas de um produto, no caso a produção de bioenergéticos, que são vectores energéticos modernos ambientalmente aceitáveis, que vêm sendo considerados nos novos cenários. Entre os quais se cita o biodiesel de OD e a geração de energia eléctrica a partir dos resíduos de biomassa.

#### ETAPA 1. Determinação da demanda do produto e disponibilidade de matéria-prima

A Tabela 1 expressa a demanda de energia para processar o alumínio presente nos resíduos sólidos urbanos (RSU).

Tabela 1. Demanda de energia para reciclagem de alumínio.

	Bioenergéticos			
Ano	0	5	10	15
Biodiesel (t/ano)	39 855,59	81 239,8	202 771,91	505472,99

A Tabela 2 mostra a demanda por matéria-prima para a produção de bioenergéticos de acordo com os coeficientes de conversão para ACPA.

Tabela 2. Demanda por matéria-prima.

	Bioenergéticos			
Ano	0	5	10	15
Biodiesel (t/ano)	39 855,59	81 239,8	202 771,91	505472,99

#### ETAPA 2. Vigilância tecnológica sobre tecnologias de energia disponíveis e emergentes

Nesta altura, foi monitorizada periodicamente a informação relevante sobre as tendências tecnológicas internas e externas e aproveitadas as vantagens das tecnologias de informação e comunicação (TIC), permitindo a troca de conhecimentos a qualquer momento a nível global.

Foi consultada uma grande diversidade de fontes, entre elas: informações científico-tecnológicas (patentes, artigos científicos, normas, entre outras), informações veiculadas em notícias, eventos e cursos científicos, oferta e demanda tecnológica e projectos de pesquisa.

De acordo com esta pesquisa e considerando os antecedentes do uso de óleos vegetais para a produção de biodiesel e a utilidade da colaboração da comunidade científica, a tecnologia proposta na Figura 4 foi seleccionada como solução tecnológica para o uso de óleo de dendém. Em relação às tecnologias analisadas, optou-se pela transesterificação, visto que este sistema é o mais novo, mais limpo, mais eficiente e versátil do género, além de ser comprovado comercialmente e tributado em inúmeros estudos.

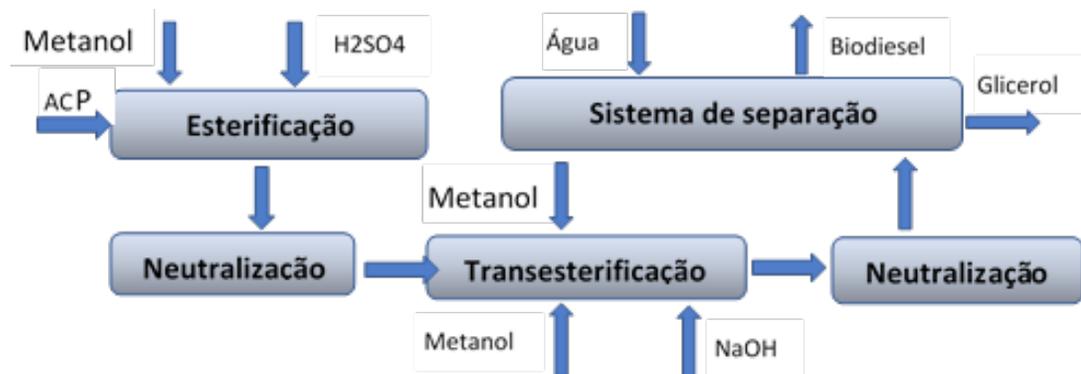


Figura 4. Diagrama tecnológico da produção de biodiesel utilizando óleo de dendém. Fonte: Acevedo (2012).

### ETAPA 3. Diagnóstico das alternativas de disponibilidade de matéria-prima

Os palmares espontâneos, concentram-se em toda a extensão da província com maior predominância nos municípios de Buco-Zau e Belize, nas comunas de Necuto, Miconge, Massabi (Cacong) e Tando-Zinze (Cabinda) com a maior relevância, em relação a outras regiões da província.

Adicionalmente, recorde-se que os resultados aqui apresentados correspondem ao estudo sobre a existência de fontes na província de Cabinda, e para além de outras fontes alternativas de óleo de dendém: palmeiras espontâneas em toda a província de Cabinda (mais abundante no interior), potencialidades dos palmeirais espontâneos nas aldeias da fronteira de Congo Brazzaville e República Democrática do Congo.

### ETAPA 4. Escalonamento da tecnologia

Devido ao carácter especializado dessa etapa, buscaram-se alianças com terceiros e, neste caso, em particular com universidades e outros centros de pesquisa no âmbito da cooperação Sul-Sul. Foi formado um grupo de especialistas encarregados de projectar, seleccionar e montar a usina geradora, de acordo com o tipo de matéria-prima e os materiais a serem produzidos. No dimensionamento foram considerados requisitos como: flexibilidade operacional e capacidade produtiva. A tecnologia energética que se decidiu projectar deve ter contribuído para a redução dos custos de produção, por isso essas usinas devem ser bem concebidas desde o início para evitar a contaminação e a geração de dióxido de carbono.

### ETAPA 5. Planeamento de alternativas da cadeia de abastecimento

Para esta etapa, o planeamento da logística de abastecimento de matéria-prima recomendado em trabalhos anteriores (Muto, et al., 2016b), e o cumprimento dos indicadores de desempenho utilizados para avaliar /

seleccionar a cadeia de abastecimento foram incluídos como primeiro requisito. resíduos agroindustriais em sua etapa de planeamento, o que é apresentado abaixo.

#### Sistema de logístico proposto.

O sistema de logística inclui: coleta, transporte, armazenamento, manuseio e pré-tratamento dos cachos de palmeiras, ou seja, todas as atividades desde a origem até a produção do biodiesel, por isso é composto por várias etapas.

#### FASE 5.1. Determinação da capacidade ótima inicial da instalação considerando a incerteza de mudanças futuras.

Com base na experiência em estudos anteriores, Rud & Watson (1976), e trabalhos semelhantes para a indústria da cana-de-açúcar relatados por Oquendo, et al. (2016); e Muto, et al. (2016a).

Este procedimento inclui duas etapas, uma para estudar a incerteza na demanda de produção da instalação e outra para a incerteza na disponibilidade de matéria-prima para bioenergética. Os crescimentos necessários na produção de biodiesel foram estimados com base nas quantidades de alumínio a serem recicladas, considerando a incerteza nas mudanças futuras que estão refletidas na Tabela 1.

Ao ajustar a demanda por biodiesel ao longo do tempo, um melhor ajuste foi encontrado para a expressão quadrática. A equação do modelo ajustada como não linear: Demanda de biodiesel (t / ano) = 25985,5 + 2072,57 \* Tempo (anos) ^ 2. Equação 2

Com base nessas informações e aplicando a metodologia proposta na etapa 5.1 do procedimento específico para determinação da capacidade de investimento inicial, considerando também a incerteza financeira (Muto, et al.; 2016b), obtêm-se os resultados para o biodiesel expresso nas Tabelas 3 e 4, que também inclui o tempo para realizar a primeira extensão.

Tabela 3. Resultados da capacidade inicial considerando a demanda de biodiesel.

	Demanda inicial não é zero sem sobre desenho			Fórmulas
Taxa de juros (%)	0,12	0,15	0,18	Sem desenho exagerado
Pendente (2b <sub>2</sub> )	13817.14	13817.14	13817.14	
Capacidade Inicial (kg/d)	247994.8	224966.23	209613.85	$C_i^* = 2b_2/i+bo$
Primeira ampliação (anos)	8,33	6,67	5,56	$\theta = (C_1-bo)/2b_2$

Capacidade de ampliação (kg/d)	115142.83	92114.26	76761.88	$C^* = 2b_2/i$
Total(kg/d)	363137.63	317080.49	286375.73	$C_t = C_i^* + C^*$

A equação do modelo ajustado é:

Disponibilidade do cacho de dendém = 71130 + 23736 \* Equação de tempo 3

Tabela 4. Resultados de capacidade inicial considerando a disponibilidade de ACPA

	Demanda inicial não é zero sem sobre desenho			Fórmulas
Taxa de juros (%)	0,12	0,15	0,18	Sem desenho exagerado
Pendente	23 736	23 736	23 736	
Capacidade Inicial (kg/d)	336 100	296 540	270 166.66	$C_i^* = b_1/i + b_0$
Primeira ampliação (anos)	8,33	6,67	5,56	$\theta = (C_1 - b_0)/b_1$
Capacidade da ampliação (kg/d)	197 800	158 240	131 866.67	$C^* = b_1/i$
Total(kg/d)	533 900	454 780	412 033.33	$C_t = C_i^* + C^*$

A Tabela 5 sintetiza os resultados, de cuja análise se conclui que a limitação para a capacidade de investimento inicial e subsequente é dada pela disponibilidade de óleo de dendém.

Tabela 5. Condições de investimento inicial para instalações de processamento de óleo de dendê para biodiesel.

C1 (i)	Disponibilidades de óleo de dendém (kg/d)	Demanda de Biodiesel (kg/d)	Requisito de óleo de dendém de acordo com a demanda (kg/d)	Possibilidades de biodiesel de acordo com a disponibilidade (kg/d)
C1 (0.12)	336 100,00	247 994.8	429800.35	193 929.70
C1(0.15)	296 540,00	224 966.23	389889.48	171 103,58
C1(0.18)	270 166.66	209 613.85	363282.23	155 886.16
Θ1(0.12)	8,33	8,33		
Θ2(0.15)	6,66	6,67		
Θ3(0.18)	5,55	5,56		

A partir dos resultados da tabela 5 pode-se concluir que o aspecto limitante para títulos de investidor inicial é a disponibilidade de óleo de dendém. Por exemplo, se for considerada a maior taxa de juros financeiros  $i = 0,18$ , obtém-se que a demanda a ser obtida é de 2.09613,85Kg /d de biodiesel para o qual é necessário 363282,23 kg/d de óleo de dendém, que é muito superior a 270 166,66 kg/ d que está disponível e que mal permite a obtenção de 155.886,16 kg/d de biodiesel.

De acordo com esses resultados, os valores de investimento das instalações e de outros indicadores económicos foram estimados quando a planta está produzindo a plena capacidade no sexto ano.

#### Etapa 5.2. Otimização dos custos de transporte de óleo de dendê e biodiesel para processamento de RSU de alumínio

Para determinar os custos de transporte de óleo de dendém desde a usina até sua transformação em biodiesel e sua macro localização, considerando as diferentes fontes de matéria-prima, o problema de minimização dos custos de transporte é formulado conforme procedimento proposto anteriormente.

De referir que nas condições de custo mínimo de transporte, para satisfazer a procura que origina o investimento inicial apurado, de 155.886,16 kg de biodiesel/d, foi apurado para as condições de Cabinda em **4.743.456,82 USD/**

ano. A macro localização da unidade de produção de biodiesel está localizada na área de **Mpuila, no município de Cacongô**.

#### ETAPA 6. Avaliação técnica, econômica e ambiental da nova tecnologia

O objectivo da proposta de investir em uma fonte de energia renovável é reduzir os gastos com combustíveis fósseis e, assim, tornar o processo lucrativo e com o menor impacto ao meio ambiente. Uma vez dimensionados os equipamentos fundamentais da planta, foi realizada a análise econômica da planta com base no cálculo do custo do investimento, do custo de produção, do lucro e dos indicadores de rentabilidade.

#### Apuração do custo total do investimento e produção anual da planta de transformação de óleo de dendê em biodiesel.

Os estudos básicos de investimento foram referenciados a partir do estudo realizado, no âmbito da colaboração sul-sul, por Muto, et al. (2016b), e conseqüentemente, para uma instalação com uma capacidade de 23 028,16 kg/d, sendo os resultados estimados para uma capacidade de produção de 430 916,11kg/d.

De acordo com o exposto, foi possível determinar os valores do Capital Fixo Investido e os custos de investimento utilizando a metodologia proposta por Max & Timmerhauss (1991), que inclui a estimativa de novas capacidades com o auxílio da expressão da regra ponto seis, bem como a informação econômica disponível para estimar os custos do investimento e adaptá-la ao longo do tempo para uma estimativa futura (González & Castro, 2012), cujo resultado é: CFI = 7 739 736,53 USD para produção de biodiesel óleo de dendê de 155 886,16 kg/d.

As estimativas de investimento foram feitas para capacidades iniciais ótimas estimadas de acordo com a incerteza em mudanças futuras em relação à demanda de produtos, disponibilidade de matérias-primas e financeiras.

Para determinar os custos totais de produção, é necessário considerar os insumos de matéria-prima e somar os custos de transporte de óleo de dendê até a planta de beneficiamento e desta até o seu destino. A análise detalhada, utilizando os indicadores recomendados, os balanços de materiais e energia e somando o custo mínimo de transporte da matéria-prima é de: 19.980.291.927 USD/ano.

Para cada ano de exploração, os níveis de uso dependerão da quantidade de RSU de alumínio a ser processado e embora alguns elementos do custo de produção permaneçam constantes, aqueles relacionados aos insumos e transporte de matérias-primas e biodiesel irão variar. Determinar os custos de produção para cada caso, que estão em correspondência com os anos de operação na análise dos indicadores dinâmicos.

Para estudos de rentabilidade, é necessário determinar as condições econômicas nos primeiros 10 anos de produção em que necessariamente haverá um período de desperdício de capacidade instalada por falta de matéria-prima de alumínio reciclado no RSU que será gradativamente revestido nos primeiros 5 anos.

Os resultados dos indicadores econômicos dos investimentos para obtenção de biodiesel de óleo de dendê são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Indicadores econômicos de investimentos para obtenção de biodiesel de óleo de dendê.

Indicador econômico/Ano	0	1	2	3	4	5 al 10
% de aproveitamento	0	0.44	0.63	0.82	0.85	1.00
Custo de produção (MUSD)		19 051.52	24 629.55	31 093.46	32 114.08	37 153.91
Volume de produção (t/d)	0	70. 05	100. 39	130. 66	135. 44	159.35
Volume de produção (t/ano)	0	23 160.5	33 128.4	43 119.6	44 697.1	52 587.74
Valor da produção (M\$/ano)(0.763386 USD/kg)	0	22 624. 1	32 422.8	42 201.1	43 745.1	51 467.67
Rendimentos (M\$)	-	3 572.57	7 793.25	11 107.68	11 631.02	14 313.76

Por meio do estudo de indicadores dinâmicos, foi determinado que:

**VPL = 27.531.950 USD, TIR = 69%, PRI = 3,5 anos**

Nos estudos de impacto ambiental, foram considerados os resultados favoráveis obtidos por Acevedo (2012).

## Etapa 7. Incorporação de tecnologia

A capacidade inicial dos investimentos necessários para obtenção de biodiesel de óleo de dendém para reciclagem de alumínio deve atender a valores de produção de biodiesel de 155 886,16 kg/d, com um período de recuperação do investimento de 3 anos e é limitado pela disponibilidade dessa matéria-prima, portanto, ações futuras devem ser tomadas para eliminar esta restrição e aumentar as possibilidades de reciclagem do alumínio para poder realizar no prazo de 5 anos, o investimento para aumentar a capacidade instalada de produção de biodiesel necessária ao funcionamento da usina de reciclagem de alumínio.

## CONCLUSÕES

Para que o processo de transferência de tecnologia seja eficaz, deve incluir a aquisição, assimilação e disseminação de tecnologia, o que requer um conjunto de decisões técnicas, económicas, ambientais e sociais através das quais a mudança tecnológica pode ser promovida para qualquer país e especialmente para aqueles em desenvolvimento.

Um modelo conceptual para a assimilação de tecnologias energéticas, nas actuais condições de Cabinda / Angola, deve incluir a cooperação Sul-Sul, com centros de geração de conhecimento, em que a aliança colaborativa de instituições universitárias é um passo estratégico para a integração destes países.

Um procedimento geral de assimilação de tecnologias energéticas deve incluir estudos de viabilidade técnica, económica e ambiental, nos quais é imprescindível um procedimento específico de planeamento de alternativas na cadeia de abastecimento, é essencial, onde os aspectos relativos à incerteza em mudanças futuras tanto na demanda por produtos quanto na disponibilidade de matérias-primas lineares ou não lineares são incluídos.

No procedimento eficaz para o planeamento de alternativas da cadeia de abastecimento, é necessário considerar os aspectos relativos à incerteza em relação a mudanças futuras na demanda dos produtos e na disponibilidade da matéria-prima, bem como a situação financeira, o que permite determinar as capacidades a serem instaladas no investimento inicial de cada planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Pabón, P. A. (2012). Herramienta de análisis de alternativas de producción, incorporando el ACV "Cuna a Cuna" a los métodos tradicionales. (Tesis doctoral). Universidad Industrial de Santander.

Álvarez Enríquez, G. F. (2021). El enfoque Ciencia - Tecnología - Sociedad en la gestión del talento humano docente. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 150-158.

Baraki, Y., & Brent, A. (2013). Technology transfer of hand pumps in rural communities of Swaziland: Towards sustainable project life cycle management. *Technology in Society*, 35(4), 258-266.

Codner, D. G., Becerra, P., & Díaz, A. (2012). Blind technology transfer or technological knowledge leakage; a case study from the south. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(2), 184-195.

Donga, C., Wang, Y., Wang, H., Sze, C., Lin, K., Hsien-Yi, H., & Shao-Yuan, L. (2019). New Generation Urban Biorefinery toward Complete Utilization of Waste Derived Lignocellulosic Biomass for Biofuels and Value-Added Products. *Energy Procedia*, 158(2), 918-925.

Fleites Avila, Y., Martí Marcelo, C. A., Albernas Carvajal, Y., Miño Valdés, J. E., & González Suárez, E. (2020). Experiencias de las aplicaciones de la programación lineal en la industria de procesos químicos en Cba. *Centro Azúcar*, 47(4), 90-102.

García Prado, R. A., Pérez Martínez, A., González Herrera, I., Villanueva Ramos, G., González, & Suárez, E. (2019). Transferencia - asimilación de tecnologías de producción de biodiesel a partir de cachaza y la influencia de la macrolocalización en su rentabilidad. *Revista Ingeniería, Investigación y tecnología. UNAM* 20(1) 1-10.

González Suárez, E., Miño Valdés, J. E., & Concepción Toledo, D. N. (2017). El papel de la colaboración internacional y la vinculación universidad- empresa en la terminación de los resultados científicos. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 232-236.

González Suárez, E., & Castro, E. (2012). Aspectos técnico económicos de los estudios previos inversionistas para la producción de etanol de caña de azúcar. Editorial Cooperación Iberoamérica y Espacio Mediterráneo.

León Díaz, O., Pierra Conde, A., García Cuevas, J. L., & Fernández González, A. (2021). La educación superior cubana en el escenario actual del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 371-381.

Max Stone, P., & Timmerhaus, K. D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. McGraw-Hill.

- Muto Lubota, D., González Suárez, E., Hernández Pérez, G., Concepción Toledo, D. N., & González Herrera, I. Y. (2016b). Estrategia colaborativa para asimilar tecnologías energéticas alternativas y co-productos de biomasa forestal. *Revista Ingeniería Industrial*, 36(2).
- Muto Lubota, D., Grancho Freitas, T., De Jesus Sambovo Landa, D. D., Miño Valdés, J. E., & Mamade Toure, B. (2016). Capacidad inicial de producción de bioenergéticos para el reciclado de plásticos en Cabinda, Angola. *Centro Azúcar*, 43(4).
- Nikodinoska, N., Buonocore, E., Paletto, A., Franzese, P. P. (2017). Wood-based bioenergy value chain in mountain urban districts: an integrated environmental accounting framework. *Applied Energy*, 186(17), 197-210.
- Oquendo Ferrer, H., González Suárez, E., Ley Chong, N., & Nápoles García, M. F. (2016). Cálculo de capacidades de producción iniciales óptimas considerando elementos de incertidumbre. *Centro Azúcar*, 43(2), 24-34.
- Ricardo Cabrera, H., Rodríguez Pérez, B., León González, J. L., & Medina León, A. (2021). Bases y oportunidades de la vinculación universidad-empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 300-306.
- Rudd, D. F., & Watson, C. C. (1976). *Estrategia en Ingeniería de procesos*. Editorial Alhambra S. A.
- Tian, M., Yiwei, S., & Zhong, Y. (2021). University–industry collaboration and firm innovation: an empirical study of the biopharmaceutical industry *The Journal of Technology Transfer*, 32(21).