

**ESCOLA DE ENSINO MÉDIO GOVERNADOR ADAUTO BEZERRA
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA DO CEARÁ**

**JAYLANE CRISTINA DINIZ SOUSA
DAVI DE SOUZA SILVA
GUSTAVO DOS SANTOS VIEIRA**

**ESTUDO FITOQUÍMICO E TOXICOLÓGICO DA CHAYA (*Cnidoscolus
aconitifolius*), HABILITANDO O SEU POTENCIAL NUTRICIONAL, NO COMBATE
A INSEGURANÇA ALIMENTAR**

ETAPA III

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2023

**ESTUDO FITOQUÍMICO E TOXICOLÓGICO DA CHAYA (*Cnidoscolus
aconitifolius*), PARA APLICAÇÃO DE SEU POTENCIAL NUTRICIONAL, NO
COMBATE A INSEGURANÇA ALIMENTAR**

JAYLANE CRISTINA DINIZ SOUSA

DAVI DE SOUZA SILVA

GUSTAVO DOS SANTOS VIEIRA

Projeto apresentado ao Conselho de
Revisão Institucional (CRI), da Escola de
Ensino Médio Governador Adauto Bezerra,
para fins de aprovação.

Prof^a Orientadora:

Ma. Luiza Maria Valdevino Brito

Coorientadora:

Ana Cristina Gomes D. de Melo

Aprovado em ____/____/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Ma. Luiza Maria Valdevino Brito
(Orientadora)

Prof. Edilberto Gonçalves de Oliveira
(Membro do CRI)

Prof^a. Joana Tavares de Luna Figueiredo
(Membro do CRI)

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2023

AGRADECIMENTO

Agradecemos primeiramente a Deus porque sem ele nada podemos fazer.

Agradecemos aos gestores que nos apoiaram no desenvolvimento do projeto.

Agradecemos a Socióloga especialista em Permacultura Ana Cristina Diôgo Gomes de Melo pelo acolhimento da equipe no Laboraterra e pelo apoio incondicional ao projeto.

Agradecemos ao professor Teobaldo Gabriel do Instituto Federal da Paraíba pelo curso de Geoprocessamento destinado aos bolsistas do projeto.

Agradecemos a Universidade Regional do Cariri- URCA, na pessoa dos professores: Prof. Dr. Cláudio Dantas pela parceria com a escola e oferta das bolsas de Iniciação científica Júnio do CNPQ;

Prof^a Dra. Antonia Eliene Duarte do Laboratório de Biologia e Toxicologia – BIOTOX;
Prof. Dr. Luiz Marivando Barros do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal – LECOV do Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde- CCBS da Universidade Regional do Cariri (URCA), pela parceria na realização dos testes fitoquímicos e toxicológicos.

A fome é a expressão biológica de males sociológicos.

Josué de Castro

RESUMO

A Insegurança alimentar, problema causado pela desigualdade social, provocando fragilidade no aspecto amplo da saúde conforme define a OMS. Nesse contexto, surgiu a Etapa I do estudo, objetivando vivenciar atividades na Agrofloresta Avós da Terra (AAT), localizada em Juazeiro do Norte-CE, estudando uma planta alimentícia não convencional-(PANC) denominada Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M.Johnst., de origem Mexicana, cultivada no local. A abordagem do estudo foi qualitativa e quantitativa. Desenvolveu-se pesquisas bibliográficas e diante das informações realizou-se oficinas para produção de pão de Chaya. Na etapa II, criou-se Literatura de Cordel e caderno de receitas para divulgação das propriedades e potencial culinário da Chaya. Conduziu-se na cantina da escola, oficina culinária onde participantes prepararam e degustaram respondendo um formulário avaliando o índice de aceitabilidade-(IA) e atributos sensoriais. Revelou-se um índice de aceitação IA= 98% para os atributos das preparações usando a Chaya. Na Etapa III, fez-se estudos laboratoriais de prospecção fitoquímica da planta, e fitotóxicos favorecendo o consumo seguro da Chaya. Os testes demonstraram a presença de variadas classes químicas, e alta atividade antioxidante. O extrato seco foi submetido a testes para avaliação da mortalidade em *Artemia salina*, acompanhado de controle positivo. Após 24h nas concentrações não foram observadas *Artemias* mortas. O controle, a partir da concentração de 50ug/mL houve morte de 100% das *Artemias*. As análises foram realizadas em triplicata. Após análises, propõe-se a formulação de uma carne vegetal de Chaya e possível criação de *STARTUP* para divulgar e expandir alimentos com Chaya. A relevância abrange aspectos científico, social, Cultural, econômico e ambiental, incentivando combate a insegurança alimentar, a replicação nos quintais transformando-os em espaços produtivos e o aspecto científico na popularização das propriedades da Chaya de forma segura.

Palavras-chave: Insegurança Alimentar. *Cnidoscolus aconitifolius*. Teste de Toxicidade.

ABSTRACT

Food insecurity, a problem caused by social inequality, causing fragility in the broad aspect of health as defined by the WHO. In this context, Stage I of the study emerged, aiming to experience activities in the Avós da Terra Agrofloresta (AAT), located in Juazeiro do Norte-CE, studying an unconventional food plant (PANC) called Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst., of Mexican origin, cultivated on site. The study approach was qualitative and quantitative. Bibliographical research was carried out and based on the information, workshops were held for the production of Chaya bread. In stage II, Cordel Literature was created and recipe notebook to publicize Chaya's properties and culinary potential. A culinary workshop was held in the school canteen where participants prepared and tasted by filling out a form evaluating the acceptability index (AI) and sensory attributes. An index was revealed acceptance rate IA= 98% for the attributes of preparations using Chaya. In Stage III, laboratory studies were carried out to explore the plant's phytochemistry and phytotoxic substances, favoring the safe consumption of Chaya. The tests demonstrated the presence of different chemical classes and high antioxidant activity. The dry extract was subjected to tests to evaluate mortality in *Artemia salina*, accompanied by a positive control. After 24 hours in the concentrations, no dead *Artemias* were observed. In the control, from a concentration of 50ug/mL, 100% of the *Artemias* died. Analyzes were performed in triplicate. After analysis, it is proposed to formulate a plant-based Chaya meat and possibly create a STARTUP to promote and expand foods with Chaya. The relevance covers scientific, social, cultural, economic and environmental aspects, encouraging the fight against food insecurity, replication in backyards transforming them into productive spaces and the scientific aspect in popularizing Chaya properties in a safe way.

Keywords: Food Insecurity. *Cnidoscolus aconitifolius*. .Toxicity Test.

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Avaliação da atividade antioxidante da Chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>) .	25
Figura 2: Avaliação da mortalidade em <i>Artemia salina</i>	26
Figura 3: Modelo vivo usado (<i>Nauphoeta cinerea</i>) na avaliação de toxicidade da Chaya (<i>C. aconitifolius</i>).	27
Figura 4: Colheita e processamento das folhas de Chaya (<i>C. aconitifolius</i>)	29
Figura 5: Preparação da carne vegetal.	30
Figura 6: Ingredientes e duas versões da carne: almôndegas e blend.	38
Figura 7: Produção pronta para degustação	39
Figura 8: Imagem visual da carne vegetal para startup.....	40
Figura 9: Participação em eventos.	41

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1: Avaliação da atividade antioxidante pelo ensaio DPPH.....	32
Grafico 2: Avaliação da mortalidade aguda em modelo a <i>Artemia salina</i>	33
Grafico 3: Avaliação de toxicidade crônica em modelo <i>N. cinerea</i> : níveis de tiois proteicos (PSH).	34
Grafico 4: Avaliação de toxicidade crônica em modelo <i>N. Cinerea</i> : níveis de tiois não proteicos (NPSH).	35
Grafico 5: Avaliação da reação em modelo <i>N. Cinerea</i> ao ácido 2-tiobarbitúricos (TBSRS).	36
Grafico 6: Avaliação em modelo <i>N. cinerea</i> do conteúdo livre de ferro (II)	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nutrientes encontrados em estudos bibliográficos sobre pesquisa fitoquímica em folhas e caules de Chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>).	20
Tabela 2: Métodos de determinação fitoquímica qualitativa.....	24
Tabela 3: Prospecção fitoquímica do extrato seco de Chaya (<i>C. aconitifolios</i>)	31

LISTA DE ABREVIações

BIOTOX	Laboratório de Biologia e Toxicologia
CCBS	Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
EEMGAB	Escola de Ensino Médio Governador Adalto Bezerra
LECOVI	Laboratório de Ecofisiologia Vegetal
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PANCS	Plantas Alimentícias não Convencionais
RMC	Região Metropolitana do Cariri
SAF	Sistema Agroflorestal
CRAJUBAR	Conurbação entre Crato Juazeiro e Barbalha
UFCA	Universidade Federal do Cariri
URCA	Universidade Regional do Cariri

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 EMBASAMENTO TEÓRICO.....	17
3.1 Segurança Alimentar e nutricional	17
3.2 Sustentabilidade e os objetivos do desenvolvimento sustentável.....	17
3.2.1 Agricultura saudável.....	18
3.3 Plantas Alimentícias não convencionais -PANCs	19
3.3.1 <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Chaya).....	20
3.3.2 A importância da avaliação toxicológica da (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	21
3.4 Características e possível Criação de uma <i>STARTUP</i>	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4. 1 Material vegetal e procedimento de aquisição	23
4.2 Desenvolvimento dos testes laboratoriais.....	23
4.2.1 Prospeção fitoquímica qualitativa	24
4.2.2 Avaliação da Atividade Antioxidante pelo Ensaio do DPPH	25
4.2.3 Avaliação da mortalidade em <i>Artemia salina</i>	25
4.2.4 Avaliação da toxicidade crônica em <i>Nauphoeta cinerea</i>	26
4.2.5 Preparação de amostra para ensaios bioquímicos.....	27
4.2.6 Medição dos níveis de tióis proteicos (PSH) e tiol não proteico (NPSH)	28
4.2.7 Determinação de espécies reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)	28
4.2.8 Determinação de conteúdo livre de Fe ²⁺	28
4.3 Análise Estatística.....	29
4.4 Desenvolvimento de um produto após os testes laboratoriais	29
4.5 Criação de uma <i>STARTUP</i>	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Prospeção fitoquímica qualitativa	31

5.2. Avaliação da Atividade Antioxidante pelo Ensaio do DPPH	32
5.3 Avaliação da mortalidade em <i>Artemia salina</i>	33
5.4 Avaliação da toxicidade crônica em <i>Nauphoeta cinerea</i>	34
5.5 Avaliação de toxicidade crônica em <i>Nauphoeta cinerea</i> e medição dos níveis de tióis não proteicos (NPSH)	35
5.6 Determinação de espécies reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS).....	36
5.7 Determinação de conteúdo livre de Fe ²⁺	36
5.8 Desenvolvimento de um produto após os testes laboratoriais	38
5.9 Organização da STARTUP.....	39
5.10 Participação em eventos	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO I.....	46
ANEXO II.....	47
ANEXO III.....	48

1 INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar no Brasil é um dos problemas históricos mais desafiadores, porque não se refere a carência dos alimentos em termos quantitativos e sim em decorrência de sua má distribuição se constituindo um problema social (CASTRO, 2001). Diante dessa realidade, há a necessidade de uma cooperação entre Estado e sociedade civil na busca por alternativas e tecnologias sociais exigindo “que cada um faça a sua parte”, permitindo que todas as pessoas indistintamente, tenham o direito humano a alimentação adequada.

Para solução de problemas desafiadores, requer soluções inovadoras não do ponto de vista de ser algo totalmente novo, mas uma solução que cause impacto na vida das pessoas a ponto de produzir transformações profundas em suas vidas pessoais e profissionais (BROWN, 2010). A sustentabilidade traz o desafio em seu conceito sistêmico de satisfazer as necessidades humanas sem comprometer as gerações futuras. O Objetivo do Desenvolvimento Sustentável ODS 02, enfatiza o combate à fome e o desenvolvimento de uma agricultura saudável, propondo o ataque a insegurança alimentar permitindo alcançar os segmentos da população que vivem no contexto de indisponibilidade de alimentos, melhorando a nutrição que é indispensável aos processos biológicos garantindo saúde e vida digna (ODS, PRONUD, 2016).

Um sistema alimentar saudável não gera pobreza, e sim equidade e justiça social, também preserva os recursos naturais sem os quais não haveria alimento. Contudo, a capilaridade desses princípios fica comprometida porque afeta o modo de como as pessoas vivem, não querendo deixar a zona de conforto. Há a necessidade de um propósito com um senso inclusivo, acessível para todas as pessoas. Assim, o objetivo do estudo é pensar as soluções para este problema da insegurança alimentar e nutricional nos moldes do *design thinking*, que oferece um conjunto de princípios que podem ser aplicados por diversas pessoas a uma ampla variedade de problemas.

O presente estudo, iniciou numa disciplina eletiva de produção científica a partir de uma ideia que surgiu de trabalhar as PANCs, plantas alimentícias não convencionais e através de pesquisas bibliográficas e contato com a Agrofloresta Avós da Terra, oportunizou conhecer a Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), PANC originária do México e que chegou ao Brasil por volta de 2011, na Serra da

Misericórdia, Rio de Janeiro (SANTOS; BORGES; MAIA, 2019). A Chaya é cultivada na agrofloresta Avós da Terra, situada no Bairro Leandro Bezerra, na cidade de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará. Realizamos uma vasta consulta bibliográfica entendendo o seu potencial nutricional e capacidade de resistência no semiárido. Aprendemos a fazer o plantio por meio de estacas criando o corredor da Chaya e constatamos na prática sua resistência.

A partir das evidências do valor nutricional que a Chaya possui em suas folhas, e de sua aplicação como hortaliça na Guatemala, México - hábitos aplicados por ancestrais - e no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro, fomos motivados diante das informações contidas na literatura, a realizar oficinas para produção de um pão de Chaya em comunidades da agrofloresta e do CRAS do Bairro Horto (Etapa I, visualização do relatório através de QR code no ANEXO I), assim como na escola (Etapa II, visualização do relatório através de QR code no ANEXO II) e criação de um caderno de receitas (visualização do caderno através de QR code no ANEXO III) dentre outras ações. A produção de alimentos foi guiada com a adoção das regras de segurança que indica a fervura das folhas de Chaya em panela de barro, inox ou de vidro por cinco minutos para hidrolisar os glicosídeos cianogênicos presentes nela (JIMÉNEZ-AGUILAR & GRUSAK, 2015).

A relevância que o estudo traz na Etapa III, está numa mudança de trajetória, em que, fomos intuídos a fazer uma avaliação e buscar mais informações através de testes laboratoriais sobre as possibilidades de toxicidade da Chaya, a curto ou longo prazo, com a finalidade de proporcionar maior segurança, uma visão centrada na necessidade das pessoas. Diante desta lacuna, surgiu a seguinte questão de pesquisa: De que maneira podemos tornar o projeto da Chaya (*Cnidioscolus aconitifolius*) uma alternativa real de suprimento da carência de nutrientes, resultante da falta continuada destes que mutila de forma silenciosa a saúde em seu aspecto amplo de acordo com a OMS, tornando esta hortaliça uma opção de consumo de forma segura quanto à presença de toxicidade?

Para tornar a etapa III possível, a escola EEMGAB, firmou parceria com a Universidade Regional do Cariri, (URCA), na vizinha cidade de Crato-CE, para a realização dos estudos, e as análises serão realizados no Laboratório de Biologia e Toxicologia (BIOTOX) e Laboratório de Ecofisiologia Vegetal (LECOVE) do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da Universidade Regional do Cariri (URCA).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar prospecção fitoquímica e testes de toxicidade da Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) com ênfase em criar as melhores ideias, de forma segura, no combate a insegurança alimentar e nutricional.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar prospecção fitoquímica da Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), determinando seu potencial antioxidante;
- Avaliar a ação fitotóxica da Chaya (*C. aconitifolius*) a curto prazo, usando como indicador de toxicidade o microcrustáceo *Artemia Salina*;
- Avaliar a toxicidade crônica em *Naupoeta cinerea* para avaliação da sobrevivência das baratas a exposição do extrato seco de Chaya (*C. aconitifolius*);
- Formular um “blend” de Chaya (*C. aconitifolius*) e cascas de banana (*Musa spp*) após os resultados dos testes fitotóxicos, ampliando os alimentos produzidos usando a Chaya como ingrediente, trazendo benefícios ambientais, sociais, econômicos e científicos.
- Criar uma *STARTUP* com ênfase em criar as melhores ideias de divulgação das propriedades nutricionais da Chaya (*C. aconitifolius*), de forma segura, no combate a insegurança alimentar e nutricional

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 Segurança Alimentar e nutricional

A crise econômica, política e sanitária aprofundou a desigualdade social existente no Brasil, se tornando alarmante a situação de Insegurança alimentar e nutricional. A fome atinge os setores mais marginalizados da sociedade e constitui um desrespeito para com os direitos do cidadão.

A insegurança alimentar e nutricional é um problema que se caracteriza pela insuficiência de recursos, e de acesso econômico e social do cidadão que atendam às suas necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável, e quando a proporção de nutrientes não corresponde ao que o organismo necessita gera doenças e morte. A OMS (2021) define Saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades”.

A sociedade contemporânea convive com a realidade da pobreza que decorre da maioria da população viver em estado de exclusão social. Diversos problemas surgem em consequência da fome, principalmente os problemas de saúde associados a má alimentação que resultam em desnutrição e doenças crônicas (Poubel, 2006). Na percepção do estudo, a alimentação adequada à manutenção da vida tem sido negada pela falta de planos que permitam alternativas às camadas mais pobres da sociedade para adquirir ou produzir uma alimentação saudável e nutritiva.

O problema da fome no Brasil e no mundo é histórico, foi retratado pelo escritor Josué de Castro que escreveu a obra Geografia da fome em que sua primeira edição foi publicada em 1946. Casto é referência no tema, abordando suas causas sociológicas e econômicas, atingindo de forma coletiva tanto pessoas da zona urbana como rural e enfatizando a necessidade de políticas públicas abrangentes e adequadas para cada região (CASTRO, 2001).

3.2 Sustentabilidade e os objetivos do desenvolvimento sustentável

A sustentabilidade é apresentada como um conceito sistêmico que busca satisfazer as necessidades humanas sem comprometer as gerações futuras. A relação entre segurança alimentar e sustentabilidade é destacada, enfatizando a

importância de sistemas alimentares saudáveis que não gerem pobreza e preservem os recursos naturais (VEIGA, 2011).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que abordam 17 itens estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) estabelecem objetivos que ao serem observados alcançam todas as dimensões da sustentabilidade. O foco do presente estudo é o ODS de número 2 que trata sobre propostas em busca de erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, como é descrito: “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” (PNUD-2016), são objetivos que vêm preencher lacunas globais, inserindo a sustentabilidade como fator *sine qua non*¹ para a manutenção das gerações atuais e futuras.

3.2.1 Agricultura saudável

Existem modos de agricultura saudável, aquela que promove a saúde e é oriunda do sistema sustentável. Dentre esses modos estão os sistemas agroflorestais (SAF). Esses sistemas manejam plantas consorciais que ao tempo em que produzem alimentos, promove a recuperação de áreas degradadas utilizando a dinâmica da natureza para desenvolver seus cultivos. A importância do Sistema Agroflorestal (SAF) se destaca, especialmente em virtude de ser possível a recuperação de áreas desgastadas, podendo ser revitalizadas próximas às famílias que não podem ficar isoladas diante de suas necessidades alimentares. Precisa-se alimentar, e é da agricultura que a camada mais carente da população tira seu sustento com produção para consumo e comercialização (AGRICULTURA FAMILIAR E AGROECOLOGIA, 2010).

É importante a análise de fatores no cultivo da agrofloresta como: fontes de água próximas ou formas de irrigação favorável, época do ano, tipo de solo e a perspectiva de transformação do solo melhorando com oferta de matéria orgânica, imitando a vida da natureza, ciclagem de nutrientes, fornecer um microclima favorável em que as espécies mais altas servem de proteção ao excesso de sol, respeito à vegetação nativa (AGRICULTURA FAMILIAR E AGROECOLOGIA, 2010).

Além de integrar toda família o sistema de agrofloresta permite a integração de várias práticas como a Biomimética que é a área que estuda os princípios criativos e

¹ Termo de origem latina que faz referência a uma ação ou condição indispensável, ou seja, “sem a qual não há”.

estratégias da natureza, visando a criação de soluções de acordo com a sustentabilidade, usando a natureza como fonte de inspiração. Ainda, podemos citar o método da permacultura que é considerada uma ciência holística e de cunho socioambiental, que congrega o saber científico com o tradicional popular e tem como premissa três princípios: cuidar da terra, cuidar das pessoas e cuidar do futuro ideando a permanência sustentável das espécies na Terra.

3.3 Plantas Alimentícias não convencionais -PANCs

Muitas plantas não estão incluídas no cardápio da população e por isso são denominadas de PANCS (Plantas Alimentícias não Convencionais). As PANCS são plantas de desenvolvimento espontâneo, facilmente encontradas em jardins, hortas, quintais, que podem ser utilizadas como alternativa para atenuar a fome. No entanto, são pouco utilizadas na alimentação por falta de conhecimento.

As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) normalmente têm aparência de ervas daninhas e não comestíveis. Mas, a despeito do seu aspecto, escondem um alto teor de nutrientes. Existem vários tipos de PANCS como a Alfavaca, Cambucá, Ora-pró-nóbis, Taioba, Chaya, Dente-de-Leão, dentre outras.

As espécies que se enquadram nesse conceito são aquelas que ainda não receberam a devida atenção por parte da comunidade técnico-científica e da sociedade como um todo, resultando em seu consumo localizado e pontual em algumas regiões da Mesoamérica, exercendo grande influência na alimentação e na cultura de populações tradicionais (SCHWARCZ, 2021), e com dificuldade de penetração nas populações dos demais países.

Esta dificuldade está relacionada ao fato de serem cultivos que não estão organizados enquanto cadeia produtiva propriamente dita, diferentemente das hortaliças convencionais (batata, tomate, repolho, alface, dentre outras), por não apresentarem demanda de mercado. não despertam o interesse do agronegócio e das indústrias de fertilizantes. (MAPA, 2010; Peres et al., 2021).

No Brasil, há registro de muitas PANCS com potencial alimentício, entretanto, deixam de ser aproveitados os seus benefícios nutricionais. É importante, conhecer as PANCs, a respeito de suas propriedades ou possíveis toxicidade, e saber utilizá-las para não ingerir sem o devido conhecimento.

3.3.1 *Cnidoscolus aconitifolius* (Chaya)

A Chaya *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M.Johnst., é uma planta da família *Euphorbiaceae*, resistente a seca, é originária do México, florescendo também em países da Mesoamérica. Suas características físicas apresentam folhas comestíveis, de coloração verde escura similar à couve. É um arbusto perene de crescimento rápido, que chega a possuir até seis metros de altura.

Em revisão de literatura realizada por Gonzalez *et al.*, (2016), considerando estudos publicados entre 1996 e 2015 sobre a Chaya *Cnidoscolus aconitifolius*, levando em consideração o uso etnomédico, sua composição química e atividade biológica tanto nas folhas quanto no caule desta espécie, que apresenta usos amplos e sobremodo relevantes expressos na tabela 1.

TABELA 1: Nutrientes encontrados em estudos bibliográficos sobre pesquisa fitoquímica em folhas e Caules de Chaya.

COMPOSTOS PRESENTES NA CHAYA	NUTRIENTE
Sais Minerais	Ferro, Cálcio, Fósforo, Potássio, Magnésio, Sódio, Manganês, Zinco e Cobre
Vitaminas	Vitamina A (Retinol) Vitamina B1, B2, B3 Vitamina C (Ácido ascórbico)
Proteínas	Aminoácidos naturais: ² alanina, arginina, glutamato, glutamina Aminoácidos Essenciais: ³ histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina e valina
Outros	Fibras

Fonte: Elaborada pelas autoras, com base em: (Soto et al, 2015; Gozalez et al, 2016, García-Rodríguez & Gutiérrez-Rebolledo, 2018).

As propriedades da Chaya conforme demonstrado quimicamente, revela sua riqueza nutritiva sendo possível sua contribuição na perspectiva de restabelecer os casos de defasagem nutricional (Steinmann, 2002). Conforme se vê na tabela 1,

² Aminoácidos que são produzidos pelo organismo.

³ Aminoácidos que são produzidos a partir de substâncias ingerida nos alimentos.

sua composição química contempla categorias que abrangem compostos orgânicos e inorgânicos necessários ao equilíbrio dos seres vivos.

Seu cultivo no Brasil é relativamente novo e requer alguns cuidados. Recomenda-se o consumo desta hortaliça cozida, refogada ou fervida, a fim de hidrolisar os glicosídeos cianogênicos tóxicos, presentes nela (JIMÉNEZ-AGUILAR; GRUSAK, 2015). Podem ser citados os seguintes alimentos que podem ser preparados com a hortaliça Chaya: usada em chás, sopas, ou cozidas com outros vegetais, legumes, carne ou ovos, bolos, pães, crepioca, biscoito, Arroz e outros que criatividade inspirar.

3.3.2 A importância da avaliação toxicológica da (*Cnidoscolus aconitifolius*)

A toxicidade da Chaya deve-se a presença de glicosídeos cianogênicos, sendo a Linamarina o glicosídeo específico encontrado na estrutura da planta, podendo ser hidrolisado quando submetido a altas temperaturas pela quebra da ligação através da enzima β -glicosídase (AKACHUKUU, 2014). Assim, deve-se submeter suas partes (folhas, cascas de caule ou raiz), a uma fervura mínima por 5 minutos a fim de hidrolisar os glicosídeos, usando como recipientes panelas de barro, de vidro, ou aço inox.

A condução de análises laboratoriais em parceria com a instituição acadêmica e o uso de laboratórios especializados em biologia e toxicologia para avaliar a toxicidade da Chaya, é de extrema importância por várias razões, especificamente no que se refere à segurança do alimento, preocupação fundamental em qualquer projeto relacionado à produção de comidas, trazendo credibilidade para o projeto perante o público, parceiros e autoridades reguladoras.

De acordo com as considerações sobre o consumo, deve ser observada a forma correta do processamento e como qualquer nutriente dietético, deve variar associando com outros alimentos garantindo a segurança dos consumidores.

3.4 Características e possível Criação de uma **STARTUP**

Startup é um modelo de empresa que possui uma base tecnológica, e pretende ao iniciar sua atividade, se desenvolver no mercado com o objetivo de lançar um produto, serviço ou solução inovadora centrada na necessidade das pessoas. Essas empresas embora pequenas, são ágeis, flexíveis e respeitam os princípios da

sustentabilidade tendo em vista que se guiam pelos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS).

A cultura empreendedora da *startup* a destaca como uma empresa que busca oportunidades de crescimento promovendo inovação sem se preocupar em correr riscos, aplicando novas tecnologias ou abordagens fazendo uso e transferindo os princípios do *Design Thinking* que abordam problemas específicos do mercado. Diante dos desafios atuais, se faz necessário a busca de soluções criativas. Para Brown (2010), inovar não significa apenas inventar um produto novo, mas pensar e compreender o ser humano e suas necessidades, criando as soluções e podendo experimentá-las ainda cedo, antes mesmo que se tornem problemas e não seja mais passível de ajustes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da etapa III da pesquisa, iniciou com uma parceria estabelecida entre a Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra, de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, e a Universidade Regional do Cariri, (URCA), na vizinha cidade de Crato-CE, para a realização dos estudos, e análises, que foram realizadas no Laboratório de Biologia e Toxicologia - BIOTOX e Laboratório de Ecofisiologia Vegetal - LECOVE do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS da Universidade Regional do Cariri (URCA), que foi conduzida mediante encontros virtuais e presenciais nos laboratórios da referida Universidade.

4. 1 Material vegetal e procedimento de aquisição

Existem normas legais específicas para coleta e uso de material botânico para realização de pesquisas laboratoriais. No caso de ser uma planta localizada em áreas de proteção ou ameaçada de extinção, se faz necessário o pedido de autorização no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade do ICMBio (SISBio-ICMBio). Caso não seja realizada dentro de uma Unidade de Conservação, é sugerido ao pesquisador realizar o registro voluntário no SISBio (FREITAS, 2021).

Em decorrência da Chaya (*Cnidoscolus acotinitifolius*) ser de origem do México e de países da América do Sul, os pesquisadores do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde- CCBS da Universidade Regional do Cariri, orientaram a aquisição de um nutracêutico registrado, a base de Chaya, conferindo credibilidade e legitimidade ao trabalho. O material vegetal em forma de nutracêutico será adquirido em um Walmart na cidade de São Francisco, California, USA, e será transportado via Empresa do Estados Unidos até o Brasil.

4.2 Desenvolvimento dos testes laboratoriais

O desenvolvimento dos testes laboratoriais seguirá através da supervisão dos professores do CCBS da URCA, e orientado pelos bolsistas que atuam nos referidos laboratórios. Os autores farão acompanhamento e manejo da *Nauphoeta* e desenvolverão procedimentos básicos dos processos e testes dentro dos limites de

segurança, e as orientações e protocolos serão repassados pelos bolsistas através de oficinas presenciais e virtuais no mês de junho de 2023.

4.2.1 Prospecção fitoquímica qualitativa

Realizou-se a triagem fitoquímica preliminar do extrato para identificar as principais classes de metabólitos secundários presentes, seguindo os métodos de Matos (1997) e Barbosa *et al.* (2004), com pequenas modificações. Esse ensaio, utiliza-se de métodos colorimétricos para detectar a presença de diferentes classes de metabólitos como fenóis, flavonas, flavonoides, cones calcários, xantonas, alcaloides, flavononas, auronas e taninos pirogalatos.

TABELA 2: Métodos de determinação fitoquímica qualitativa.

Classes	Método	Citação
Fenóis	Reação de FeCl ₃	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004 HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2019
Taninos hidrolisáveis	Reação de FeCl ₃	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Taninos flababênicos	Reação de FeCl ₃	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Antocianinas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Antocianidinas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Flavonas	Reação alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Flavonóis	Reação alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Xantonas	Reação alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Chalconas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Auronas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Flavanonóis	Reação alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Leucoantocianidinas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Catequinas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Flavononas	Reação ácida e alcalina	BARBOSA <i>et al.</i> , 2004
Saponinas espumílicas	Tempo de espuma	BRAGA <i>et al.</i> , 2019

Fonte da pesquisa tabulada: DE MENEZES FILHO; SANTOS, 2021.

4.2.2 Avaliação da Atividade Antioxidante pelo Ensaio do DPPH

A atividade de eliminação de radicais livres do extrato seco de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) foi medido com o radical DPPH como descrito por KAMDEM *et al.* (2012) em termos de doador de hidrogênio ou atividade de remoção de radicais. Uma solução de DPPH (0,3 mM) foi preparada em etanol e 200 μ L desta solução foi adicionada a 60 μ L de extrato isolado (120, 240, 480 μ g /mL) a diferentes concentrações (Figura 1).

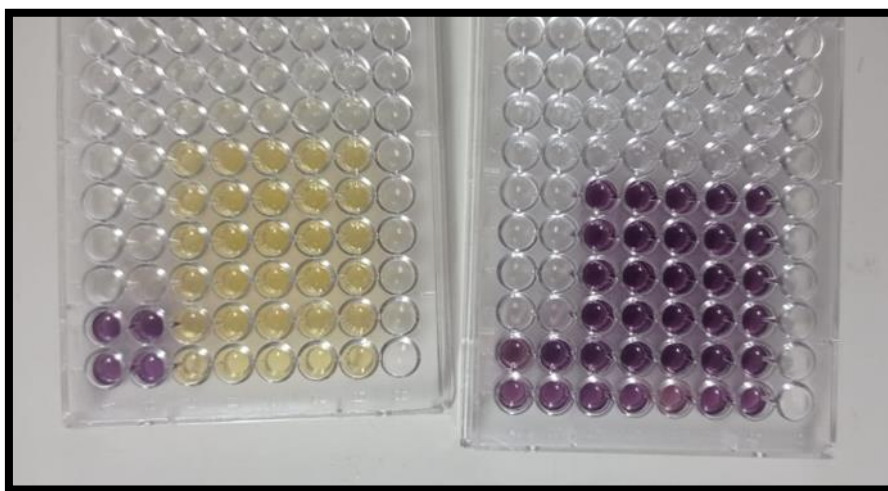


Figura1: Avaliação da atividade antioxidante da Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*).

Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

O ácido ascórbico nas concentrações 5, 10, 25, 50 e 100 μ g /mL foram utilizadas com extrato isolado como controlo positivo. Após de 30 min, foi pipetado um volume de 250 μ L e colocados na placa de ELISA, onde as absorbâncias foram obtidas a 417 nm no leitor de placa de ELISA.

4.2.3 Avaliação da mortalidade em *Artemia salina*

O teste de toxicidade foi realizado como descrito por Meyer (1982), com algumas modificações. Em uma água artificial preparada, foram adicionados cistos de *A. salina*, que foram submetidos a constante aeração por 24 h, então foram

preparadas diferentes concentrações de 1000, 500, 250, 100, 50, 10, 5, 1 $\mu\text{g/mL}$, e posteriormente foram adicionadas dez larvas em cada concentração (Figura 2).



Figure 1: Avaliação da mortalidade em *Artemia salina* ao extrato seco de chaya.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

O teste foi acompanhado de um controle positivo, dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) preparado em DMSO. A leitura foi realizada após 24 h em um estereoscópico e as análises foram realizadas em triplicata.

4.2.4 Avaliação da toxicidade crônica em *Nauphoeta cinerea*

Para a realização dos testes de sobrevivência, foram colocadas dez baratas dentro dos frascos contendo o extrato diluído na comida, o qual foi preparado nas concentrações (250, 125, 62,5, 31,25 e 15,625 mg/mL). As baratas foram postas em diapausa (expostas a baixas temperaturas para que ficassem em estado de dormência), para serem contadas e colocadas nos recipientes, as avaliações aconteceram durante 30 dias. para avaliar a substâncias presentes nas baratas após a exposição do extrato.

4.2.4.1 Criação e Formulação de Dieta da *Nauphoeta cinerea*

As ninfas da barata lagosta *N. cinerea* utilizadas neste estudo foram obtidas no Laboratório de Biologia e Toxicologia (BIOTOX) da Universidade Regional do Cariri (URCA), Ceará-Brasil (Figura 3). Os animais foram criados em caixas plásticas com

temperatura controlada (23-25°C) e umidade relativa de 70%, em um ciclo de 12h:12h (claro/escuro).

As baratas foram criadas em recipientes de 2 L e cultivadas em meio contendo: 83 % de massa de milho, 4 % de açúcar, 4 % de leite liofilizado, 4 % de farelo de soja, 4 % de farelo de trigo e 1 % de sal. Por ocasião do cozimento da mistura foi acrescentado 1g de Nipagin (Metilparabeno).

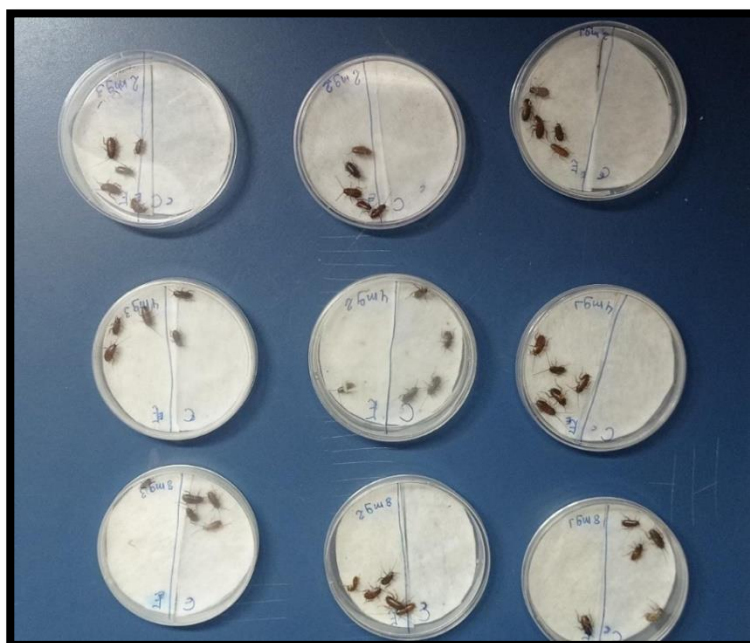


Figura 2: Modelo *in vivo* usado (*Nauphoeta cinerea*) na avaliação de toxicidade da Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*).

Fonte: Acervo do projeto (2023)

4.2.5 Preparação de amostra para ensaios bioquímicos

Após ensaios toxicológicos, as baratas *N. cinerea* dos grupos “controle” e “expostos ao extrato seco (250, 125, 62,5, 31,25 e 15,625 mg/mL)” foram anestesiadas em gelo (3 min) e tiveram suas cabeças removidas, pesadas e homogeneizadas em tampão fosfato 0,1 M, pH 7,4 (relação de 1 mg de precipitado: 40 µL de tampão) e centrifugadas a 10.000 rpm por 10 min. Cada experimento foi realizado com três repetições.

4.2.6 Medição dos níveis de tióis proteicos (PSH) e tiol não proteico (NPSH)

Os níveis de tiol proteico e tiol não proteico foram estimados como um ponto final das alterações oxidativas nos grupos sulfidrilas (-SH) das proteínas e peptídeos do sobrenadante. Para a determinação dos tióis totais, foram adicionados 50 µL de sobrenadante, 150 µL de tampão fosfato (pH 7,4) e 10 µL de 5mM DTNB. A mistura reacional foi incubada por 30 min à temperatura ambiente ao abrigo da luz, e a absorbância foi medida a 405 nm usando um leitor de avaliação de microplacas (espectrofotômetro). A glutationa (GSH) foi usada como padrão, e os resultados foram expressos como mol GSH/g de tecido (DA SILVA *et al.*, 2018). Para a dosagem de tióis não proteicos (NPSH), o sobrenadante obtido foi perdido com igual volume de ácido tricloroacético a 10% e centrifugado por 3 min. O sobrenadante foi usado para determinação de NPSH conforme descrito para tiol total.

4.2.7 Determinação de espécies reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico foram medidas para determinar os produtos da peroxidação lipídica (PL) como uma medida do estresse oxidativo, seguindo o protocolo de Barbosa Filho *et al.* (2014). Para este ensaio a mistura reacional contendo 100 µL do sobrenadante, 100 µL de ácido tricloroacético 10% e 100 µL de ácido 2-tiobarbitúrico 0,75% foi incubada a 95 °C por 1 h em banho Maria. Após o resfriamento, eles foram centrifugados a 10.000 rpm por 10 min, e a absorbância foi medida a 405 nm usando 250 µL da mistura de reação. Para a curva padrão foi utilizado o MDA (malondialdeído), obtido pela hidrólise do 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP). Os resultados foram expressos em mol de MDA/g de tecido.

4.2.8 Determinação de conteúdo livre de Fe²⁺

Para verificar se houve alteração no teor de íons livres de ferro (II) no sobrenadante das baratas, o conteúdo de Fe²⁺ livre foi determinado usando um método modificado de Kamdem *et al.* (2013). Onde a mistura reacional contendo 110 µL de solução salina (0,9%), 60 µL de Tris-HCl (0,1 M, pH 7,4), 20 µL do sobrenadante e 10 µL de 0,25% de 1,10-fenantrolina foram adicionados a placa de microtitulação,

seguida de incubação por 1 h em temperatura ambiente. Posteriormente, após o período de reação a absorbância foi lida a 492 nm e o nível de ferro livre (II) no sobrenadante foi quantificado usando sulfato de ferro (II) para a curva padrão, e os resultados foram expressos em η mol Fe (II)/g tecido.

4.3 Análise Estatística

Os resultados foram expressos através de média $\pm$ erro padrão da média (EPM). Os dados gerados foram analisados por *One way ANOVA*, *Post hoc Bonferroni*. Para todos os grupos consideram-se estatisticamente significativos quando $P < 0,05$. O cálculo da IC_{50} foi obtido por regressão linear utilizando o programa *GraphPad Prism 6*.

4.4 Desenvolvimento de um produto após os testes laboratoriais

Após os testes laboratoriais, foi produzida uma carne vegetal, a base de folha de Chaya (*C. aconitifolius*), e cascas de banana. A Chaya não possui sabor desagradável, têm boa aceitabilidade (IA=98%), detém alto poder nutricional e especificamente requisitos proteicos que envolve aminoácidos naturais e essenciais. Segundo Schwarcz, *et al.* (2021) o teor de proteína das folhas de Chaya é aproximadamente 30% do seu peso e é superior a qualquer alimento vegetal, sendo comparável ao teor de proteínas da carne animal (Figura 4).

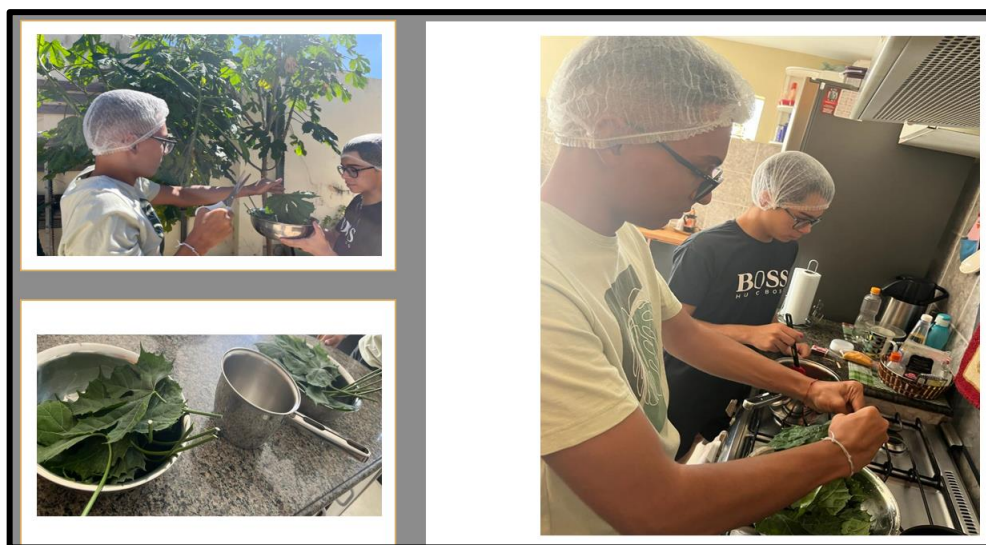


Figura 3: Colheita de folhas de Chaya e preparo.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Diante de seus atributos e a vantagem de ser palatável, viabiliza a associação entre a Chaya e a casca de banana (*Musa ssp*). A combinação com as cascas de bananas, torna-se economicamente viável por haver o descarte de cascas em excesso e às vezes desperdiçadas na região, que representa um polo agrícola de banana para exportação e produção de compotas da fruta.



Figura 4: Preparação da carne vegetal.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Assim, o produto está em processo de testes de aceitação em diversos atributos sensoriais.

4.5 Criação de uma STARTUP

Entendo que uma *Startup* é uma empresa inicial, com uma base centrada na inovação, no desenvolvimento e divulgação de produtos novos ou que resolvam problemas específicos, tem-se a opção de expandir os produtos à base de Chaya (*C. aconitifolius*), de forma a serem acessado por quem necessita podendo impactar de forma substancial sem onerar custos. Outros fatos de relevância nesse modo de empresa, é o foco nas necessidades do cliente e procurando resolver problemas reais da sociedade, como é o problema da insegurança alimentar e nutricional.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Prospecção fitoquímica qualitativa

O extrato seco de Chaya (*Cnidoscolus acotinitifolius*) foi submetido a testes para identificar a presença de diferentes compostos químicos em termos de classes fitoquímicas. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, utilizando reações colorimétricas para avaliar qualitativamente a presença das diferentes classes de compostos, foi possível constatar a presença de taninos flavonólicos, flavonas, flavonóis, xantonas, catequinas e flavononas como os grupos mais representativos, interpretando a mudança de cor como indicativo de ausência ou presença dessas substâncias. Nesse método, a presença de um determinado constituinte pode mascarar a cor característica de outro, não possibilitando uma análise precisa da composição química do extrato.

TABELA 3: Prospecção fitoquímica do extrato seco de Chaya (*C. aconitifolios*)

Classes	Resultados
Fenóis	-
Taninos hidrolisáveis	-
Taninos flavabênicos	+
Antocianinas	-
Antocianidinas	-
Flavonas	+
Flavonóis	+
Xantonas	+
Chalconas	-
Auronas	-
Flavanonóis	-
Leucoantocianidinas	-
Catequinas	+
Flavononas	+
Saponinas spumídicas	-

Classe química ausência (-); Classe química presença (+).

Fonte: Acervo da Pesquisa (2023)

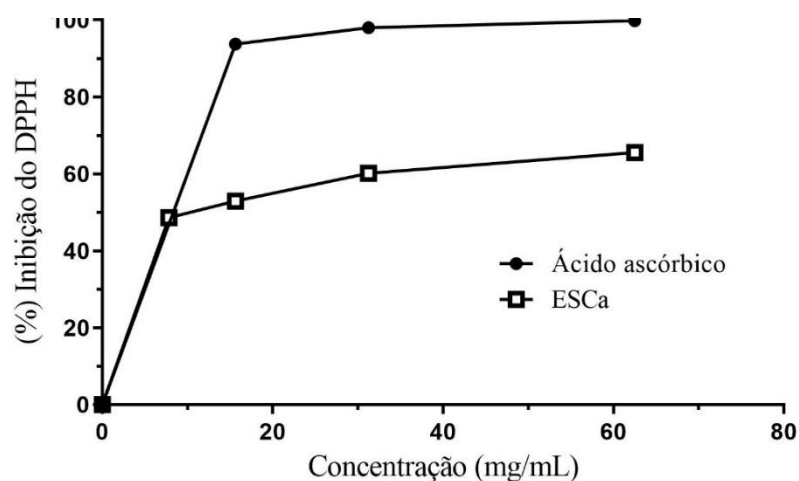
Os resultados encontrados e descritos na tabela 1, representam uma quantidade representativa de classes de fitonutrientes importantes, especialmente Flavonas, Flavonóis, flavanonóis, flavanonas xantonas que, de acordo com Panghal *et al.* (2021), tais compostos bioativos desempenham papel antioxidante e de regulação das vias enzimáticas, reduzindo o risco de doenças crônicas como o câncer, doenças cardiovasculares e doenças degenerativas como Alzheimer, Parkinson e Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA).

Para esclarecimento referente à redução de doenças degenerativas, toma-se como modelo a doença de Alzheimer que, pela atividade colinesterase no cérebro desses pacientes, diminuindo o acesso a acetilcolina, um neurotransmissor, reduz a ação colinérgica e conseqüentemente predispõe a perda de memória. Compostos presentes na *C. aconitifolius*, especialmente a classe do fenólicos, podem alterar a disfunção colinérgica inibindo a inclinação ao Alzheimer (BENAMAR, et al., 2010).

5.2 Avaliação da Atividade Antioxidante pelo Ensaio do DPPH

Em relação a avaliação da atividade antioxidante o extrato de Chaya (*Cnidoscolus acotinitifolius*) demonstrou uma redução significativa do DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), indicando que a chaya apresenta uma atividade antioxidante retirando os radicais livres minimizando os danos em estruturas celulares afetadas por eles. (Gráfico 1).

Gráfico 1: Avaliação da atividade antioxidante pelo ensaio DPPH



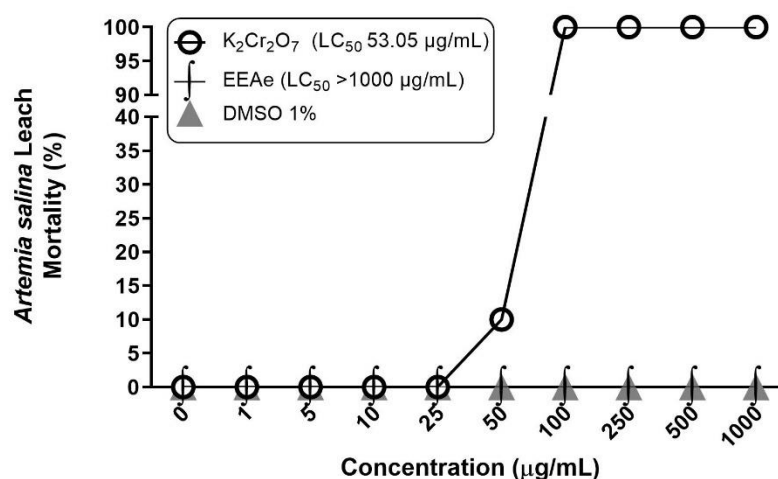
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

O resultado encontrado no gráfico1, mostra a ação antioxidante da Chaya (*C. aconitifolius*). A curva apresentada pelo ácido ascórbico em reação ao DPPH, a mesma tendência foi observada com extrato seco de *C. aconitifolius*. Numerosos métodos farmacêuticos têm sido desenvolvidos para tratamento de doenças e junto a eles uma série de efeitos colaterais, ao tempo em que, através de manejos alternativos através da alimentação funcional que não apresenta nenhum ou poucos efeitos colaterais, a exemplo tem-se a Chaya, com foco nas atividades inibitórias de enzimas-chave no metabolismo de carboidratos, impressões colinérgicas, dentre outras ligadas ao estresse oxidativo (AJIBOYE, *et al.*, 2018).

5.3 Avaliação da mortalidade em *Artemia salina*

A avaliação da toxicidade da *C. aconitifolius* usando o controle positivo de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) preparado em DMSO, análises realizadas em triplicatas, após 24 horas as leituras realizadas não apresentaram toxicidade contra o modelo *Artemia salina* ($LC_{50} > 1000 \mu g/m$)

Grafico 2: Avaliação da mortalidade aguda em modelo a *Artemia salina*.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

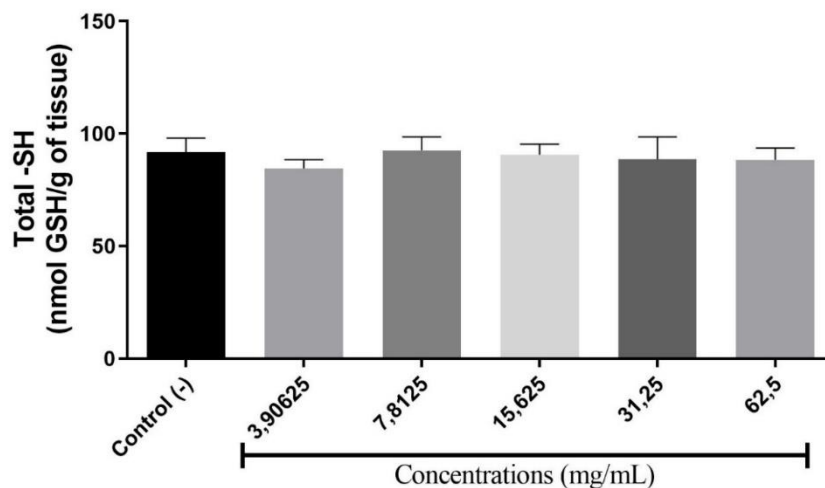
De acordo com o gráfico, a partir da concentração do dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), de 25 $\mu g/mL$ iniciou o processo de morte das *artemias*, enquanto a nenhuma concentração de *C. aconitifolius* não foi considerada tóxica para as *Artemias*, tendo em vista não ser registrado nenhuma morte. Sua toxicidade se deve

a presença de um glicosídeo cianogênico que ao ser aquecido a fortes temperaturas ou processo de secagem liberam as moléculas de (HCN) Cianeto de Hidrogênio não oferecendo risco humano (PANGHAL *et al.*, 2021).

5.4 Avaliação da toxicidade crônica em *Nauphoeta cinerea*

Quando foi avaliando os tióis proteicos após suplementação da Chaya na alimentação da *Nauphoeta cinerea* durante 30 dias, os achados do gráfico 3 mostram que não ocorreu nenhuma alteração com a espécie pesquisada quanto aos níveis dos tióis proteicos que se mantiveram em comparação ao controle.

Grafico 3: Avaliação de toxicidade em modelo *Nauphoeta cinerea*: Níveis de Tiois proteicos (PSH).



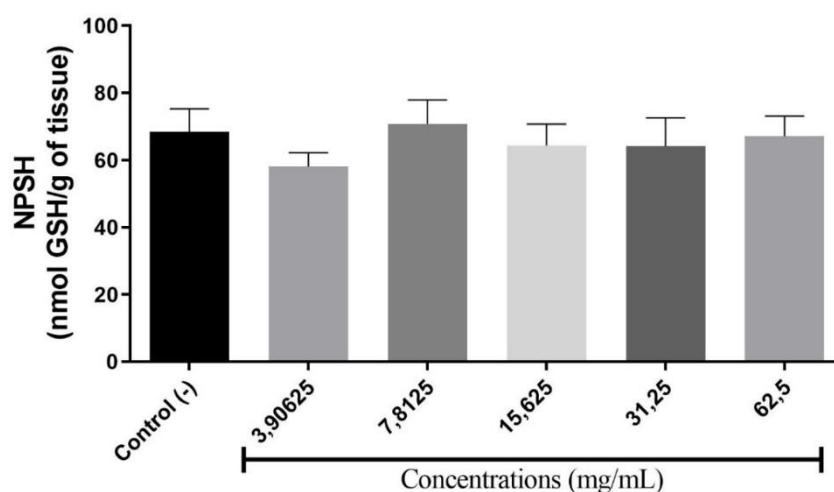
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Para Schwarcz (2021) o potencial proteico da chaya é muito alto em relação a outros vegetais, a seu extrato seco contém cerca de 30% de proteínas sendo importante ressaltar que a proteína da *C. aconitifolius* é completa em vista de apresentar todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para uma dieta saudável.

5.5 Avaliação de toxicidade crônica em *Nauphoeta cinerea* e medição dos níveis de tióis não proteicos (NPSH)

Após a análise do sobrenadante obtido do protocolo de preparação para os ensaios bioquímicos, observou-se uma leve redução nos níveis dos tióis não proteicos, na primeira concentração de 3,90625mg/mL, após suplementação da Chaya durante 30 dias, de modo que em novas concentração se mantiveram em níveis próximos do controle.

Grafico 4: Avaliação de toxicidade crônica em modelo *N. cinérea*: medição de tióis não proteicos (NPSH).



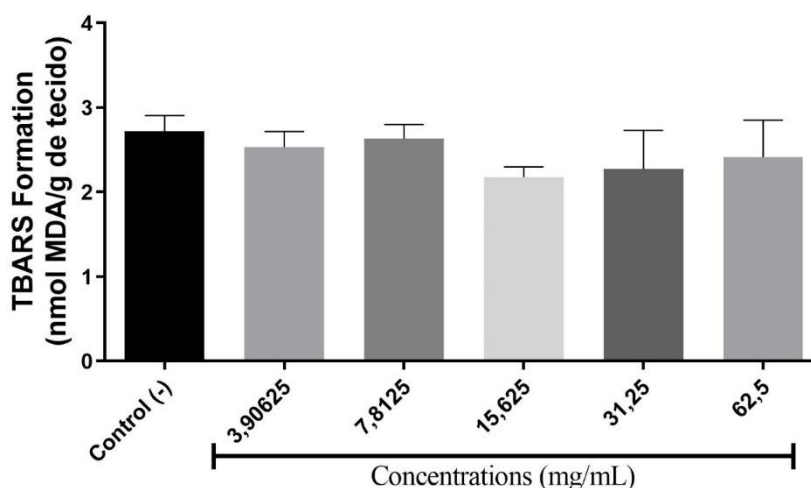
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Os níveis de tióis não proteicos se referem a outros grupos de moléculas que não correspondem as proteínas, como lipídios por exemplo. Essas moléculas são importantes e necessárias ao organismo humano, no entanto de acordo com Soto *et al.*, (2015); Garcia-Rodriguez; Gutiérrez-Rebolledo (2018) a riqueza nutritiva da *C. aconitifolius* abrange vasta classe de substâncias capazes de suprir casos de defasagem nutricional grave, não sendo relevantes as leves variações contidas no gráfico 4 .

5.6 Determinação de espécies reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS)

A determinação de espécies reativas ao ácido 2-tribarbitúrico (TBARS), para demarcar os produtos da peroxidase lipídica (PL) como uma medida de estresse oxidativo, usando a *C. aconitifolius*, os resultados mostram que o uso do estrato seco de *C. aconitifolius*, os níveis de TBARS, se mantiveram, nas diferentes concentrações, apresentaram uma avaliação parecida com o controle.

Grafico 5: Avaliação da reação em *N. cinerea* a Chaya (*C. aconitifolius*) ao ácido 2-tiobarbitúricos (TBARS).



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

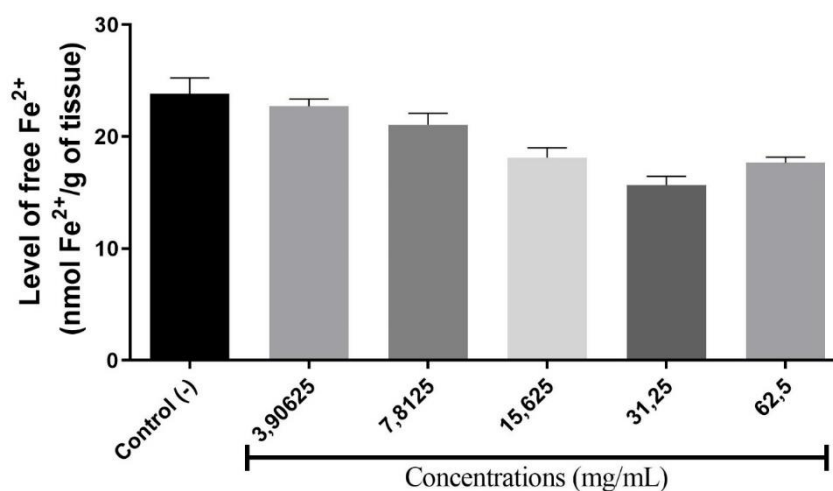
Segundo Obichi, *et al.*, (2015), em estudo realizado com ratos que foram induzidos a doença de diabetes, a administração oral de *C. aconitifolius* ao grupo de mamíferos diabéticos diminuiu a concentração de TBARS resultando em uma melhoria no estado antioxidante avaliado, demonstrando a redução no potencial do estresse oxidativo da espécie pesquisada.

5.7 Determinação de conteúdo livre de Fe²⁺

Nos achados do experimento demonstrado no gráfico 6, para verificar se houve alteração no teor de íons livres de ferro (II) no sobrenadante das baratas, os níveis de ferro abaixaram inicialmente à medida que as concentrações de *C. aconitifolius* foram aumentadas, voltando a alcançar um nível mais alto na maior concentração de 62,5

mg/mL, mostrando uma variação no padrão do resultado, tendo em vista se tratar de um modelo vivo, em que a cada concentração são usados um quantitativo único no entanto usando exemplares de baratas diferentes.

Grafico 6: Avaliação em modelo *N. cinérea* do conteúdo livre de Ferro (II).



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

No estudo de Da Silva (2022) para avaliação da capacidade antioxidante e poder de redução de ferro (II) da *C. aconitifolios*, constatou que as folhas frescas ao passarem por cocção, seus níveis de ferro foram maiores que nas folhas desidratadas. Quando comparados esses resultados ao estudo, sugere que o uso do estrato seco da planta no ensaio com a *N. cinerea*, contribuiu para o potencial de ferro (II) não se manter no nível do controle usando sulfato de ferro (II) para a curva padrão. Em decorrência de sua desidratação provocar a redução no nível de Ferro (II), para o consumo humano, o ideal é o uso das folhas frescas com o devido aquecimento preservando os níveis de ferro.

De outro modo, Fernandez *et al.*, (2007) em seu estudo abordou aspectos de absorção do Ferro bem como seu armazenamento e transporte no organismo humano, discutindo particularmente aspectos da contribuição do Ferro no estresse oxidativo do sistema nervoso central. Em seu estudo apoiou-se em Schroder (2001) e colaboradores, que desenvolveu um experimento usando modelo animal constatando em ratos que entre 10 e 12 dias de nascidos, receberam excessos de Fe²⁺, e na fase adulta apresentaram deficiência de memória no aspecto espacial, emocional e de identificação, sugerindo um efeito danoso a do Ferro a longo prazo, relacionado a comportamentos aprendidos.

Diante dessa informação, supõe-se que a associação de volumes altos desse metal, pode contribuir com o excesso oxidativo presente em doenças neurodegenerativas humanas, em que a redução do nível de Fe^{2+} torna-se um fator preventivo a patologias dessa natureza.

5.8 Desenvolvimento de um produto após os testes laboratoriais

Os testes laboratoriais habilitam o uso da Chaya para consumo humano como tem ocorrido por povos ancestrais das regiões da Mesoamérica há anos. Assim, foi produzido um “blend” ou uma mistura em forma de carne vegetal, usando como base, as folhas de Chaya e cascas de banana, onde agregou-se temperos convencionais, podendo ser cozido no formato de almôndegas e frito ou assado na forma de bife.

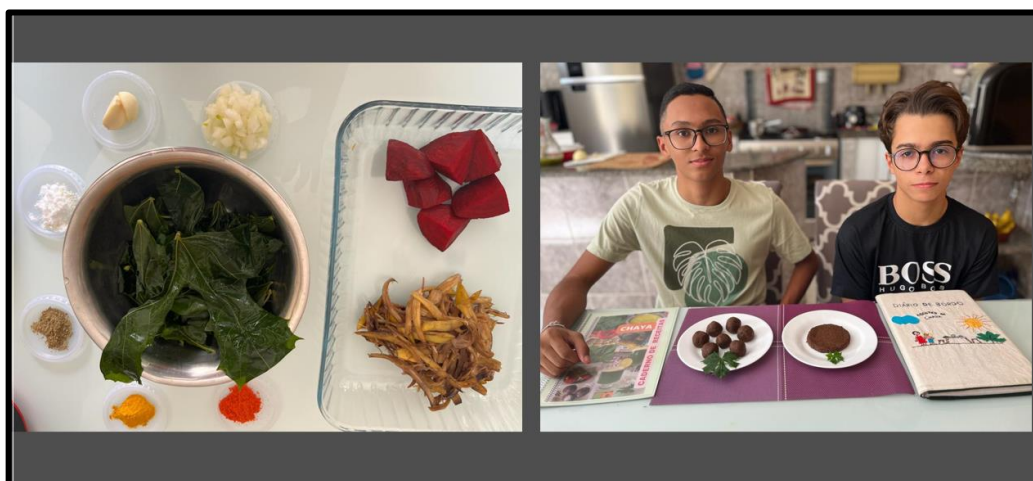


Figure 5: Ingredientes usados e duas versões da carne: almôndegas e Blend.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Os atributos sensoriais da Chaya contribuem para uma boa aceitabilidade, não possui sabor desagradável e detém alto teor proteico, e a associação com as cascas de bananas, proporciona um aumento na consistência deixando mais encorpado atendendo ao atributo consistência. O uso da beterraba conforme se nota na imagem, permite que o atributo aspecto, possa ser satisfeito tendo em vista que, visualmente tem a aparência de uma carne animal.

O aproveitamento das cascas de banana permite que não ocorra a disposição inadequada da matéria orgânica no ambiente, ocasionando o desperdício e danos ambientais, fato associado a existência de um polo agrícola de monocultura da banana (*Musa spp.*) destinada à exportação e produção de compotas da fruta.

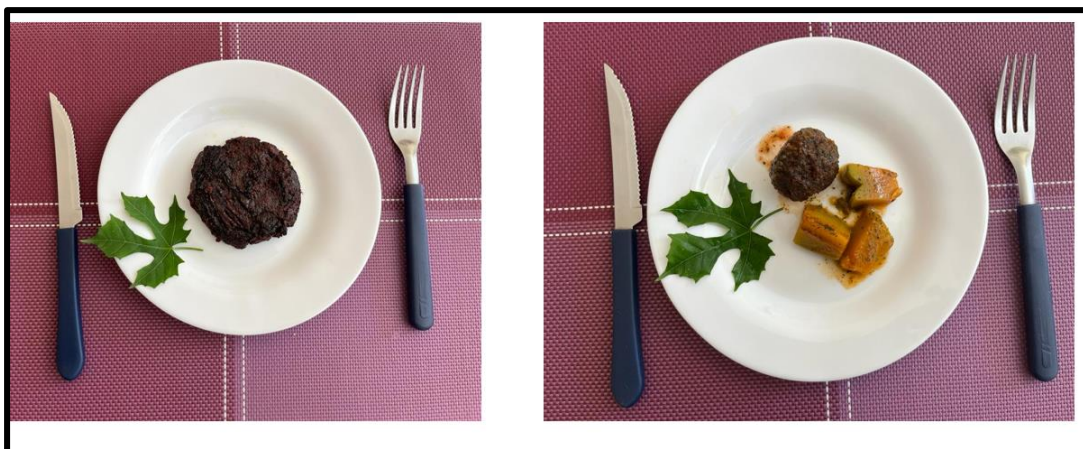


Figura 6: Produção pronta para degustação.
Fonte: acervo do projeto (2023)

A carne vegetal produzida após preparada pronta para consumo (Figura 7) e o protótipo de amostra está em fase de testes e mesmo que não seja ainda o ideal, mas indicará um progresso, aos poucos aperfeiçoado e poderá trazer benefícios em várias dimensões da sustentabilidade (BROWN, 2010). As análises laboratoriais fornecem dados científicos que contribuem para o conhecimento sobre a Chaya, seus benefícios nutricionais e isso é importante para orientar a produção, processamento e consumo dessa planta de forma segura.

5.9 Organização da **STARTUP**

Desenvolver e estabelecer uma *startup* dedicada à mediação de produtos e matéria-prima a partir das folhas da Chaya, requer o estabelecimento de alguns objetivos específicos como: o cultivo ou a orientação para plantação individual da Chaya garantindo a produção contínua de folhas e em quantidades necessárias; processamento e armazenamento adequado; criar material didático quanto aos cuidados no momento da colheita, processamento e armazenamento para preservar a qualidade nutricional das folhas e minimizar o desperdício. Por fim, buscar possibilidades de investimento tornando possível a concretização da ideia, assim como tornar acessível a Chaya a comunidades de baixa renda, escolas, restaurantes, dentre outros, visando aprimorar a segurança alimentar e nutricional da comunidade local.



Figura 7: Imagem visual da carne vegetal para Startup.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Assim, com foco no problema da insegurança alimentar e nutricional, buscou-se informações mais detalhadas no sentido dos participantes com apoio de familiares, atuarem na resolução de problemas reais da sociedade, resolvendo tornar efetiva a implantação da *Startup*. O compromisso com o ODS 2, que defende fome zero e agricultura sustentável, dá-se com a divulgação e fornecimento de produtos com custo acessível, atuando inicialmente com degustação em eventos da agroecologia familiar e agroflorestais, aplicando o teste do protótipo da carne vegetal e de outros alimentos como o bolo, o pão e suco de Chaya, impactando de maneira positiva. A imagem mostra a identidade visual do produto principal, que é a carne vegetal de Chaya, “a Chaya Steak” (Figura 7). A receita será disponibilizada no caderno de receitas assim que forem aprovados os atributos sensoriais.

5.10 Participação em eventos

A participação em eventos tem sido uma oportunidade de levar a Chaya para o centro dos debates com entidades, segmentos sociais e universidades que avaliam os desafios nos eixos de segurança alimentar em busca de estratégias para erradicação da fome. A participação no III Seminário de Segurança Alimentar e Nutricional da conurbação entre as cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha -

CRAJUBAR (Figura 8), teve como objetivo a divulgação dos ODS de modo geral, especificando o ODS 2 e o ODS 4, divulgando o projeto de iniciação científica e a importância da produção de pesquisas na busca de soluções para as desigualdades sociais.



Figura 8: Participação em eventos.
Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

O evento ocorreu na Universidade Federal do Cariri, na cidade de Juazeiro do Norte – Ceará, com a participação de diversos segmentos da sociedade e institucionais. Na oportunidade procurou-se mensurar a importância de trazer a universidade para a execução das pesquisas realizadas nos cursos de graduação e pós-graduação, tornando a inovação e tecnologia algo tangível estimulando projetos de extensão na perspectiva de ampliar a compreensão das questões ligadas à Segurança Alimentar e Nutricional e ao Direito Humano à Alimentação Adequada.

Pretende-se participar também de circuitos produtivos de agroecologia familiar no campo e na cidade alcançando a população do CRAJUBAR, no sentido de tornar possível o acesso às mudas de Chaya, através de doação, ou sorteios realizados nos eventos, incentivando não a monocultura da *C. aconitifolius*, principalmente por ser uma planta exótica, mas sua inserção consorciada nos sistemas agroflorestais, assim como para plantio nos quintais das comunidades para que as pessoas envolvidas nos eventos possam ser elo de expansão da Chaya que terá uso de acordo com a necessidade de cada pessoa que se encontrar em vulnerabilidade alimentar e nutricional.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática da insegurança alimentar se torna complexa em decorrência da realidade não linear vivenciada pela sociedade que envolve decisão e afeta o modo como as pessoas vivem. Buscar alternativas requer uma visão centrada nas necessidades atuais das pessoas sem comprometer o futuro. Isso converge para a ideia da sustentabilidade que tem um conceito sistêmico que implica em ações econômicas, ambientais e principalmente sociais.

No desenvolvimento do estudo foi atendido o objetivo principal da realização da prospecção fitoquímica e análise de toxicidade da Chaya (*C. aconitifolius*), e os teste realizados confirmam o que a literatura de forma ampla já validava, demonstrando a utilidade nutricional da planta, sem oferecer risco ou danos à saúde desde que sejam observadas as regras quanto a seu processamento.

Em relação ao objetivo de criar uma carne vegetal a base de Chaya e cascas de banana, o protótipo de amostra está em processo de testes, desconstruindo a cultura dos alimentos processados dando lugar aos produtos naturais e de origem vegetal ideando um futuro saudável.

A criação de uma *startup*, se constitui uma oportunidade de empresa que se inicia pequena, favorecendo a inovação, oportunizando a consolidação para trazer ao mercado um produto de baixo custo com a finalidade de servir de vitrine para as pessoas de modo geral, fomentando a ideia que repercute para que se torne hábito. Havendo a divulgação beneficiará a quem realmente precisa, que a partir da visibilidade da carne vegetal, assim como outros alimentos contendo a folha de Chaya como ingrediente, se tornarão mais conhecidos alcançando o objetivo central que é minimizar a insegurança alimentar e nutricional.

Por fim, se faz necessária a divulgação e busca de parcerias com os governos municipal para introdução da Chaya em creches e escolas municipais, e estadual que tem se empenhado no pacto por um Ceará sem fome, para que, entre as estratégias de ataque seja a aplicação da Chaya na busca por vencer o grande desafio que é a insegurança alimentar. Para ser alcançada uma dimensão cultural, propõe-se o resgate dos hábitos de plantar e partilhar dos povos tradicionais, pretendendo-se buscar a popularização da Chaya através do plantio de mudas nos quintais das comunidades contemplando várias dimensões da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- .AJIBOYE, Basiru Olaitan, OJO, Oluwafemi Adeleke, OKESOLA, Mary Abiola, OVINLOVE, Babatunji Emmanuel, KAPPO, Abidemi Paul (2018) Fração de folha de acetato de etila de *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) IM Johnst: potencial antioxidante, atividades inibitórias de enzimas-chave em metabolismo de carboidratos, impressões colinérgicas, monoaminérgicas, purinérgicas e químicas, **International Journal of Food Properties**, 21:1, 1697-1715, DOI: 10.1080/10942912.2018.1504787
- AKACHUKWU, D., OKAFOR, PN e IBEGBULEM, CO, 2014. Conteúdo fitoquímico das folhas de *Cnidoscolus aconitifolius* e efeito toxicológico de seu extrato aquoso de folhas em Wistar ratos. **Jornal Americano de Fisiologia, Bioquímica e Farmacologia**, 3(1), 26-31
- BARBOSA FILHO, V. M., WACZUK, E. P., KAMDEM, J. P., ABOLAJI, A. O., LACERDA, S. R., DA COSTA, J. G. M., ... & POSSER, T. Phytochemical constituents, antioxidant activity, cytotoxicity and osmotic fragility effects of Caju (*Anacardium microcarpum*). **Industrial Crops and Products**, v. 55, p. 280-288, 2014.
- BARBOSA, W. L. R.; QUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. C.; PINTO, L. N.; OLIVEIRA, F. Q.; & OLIVEIRA, R. M. Manual para análise fitoquímica e cromatográfica de extratos vegetais. **Revista Científica da UFPA**, v. 4, 2004.
- BENAMAR, H., RACHED, W., DERDOUR, A. e MAROUF, A., 2010. Triagem de plantas medicinais argelinas para atividade inibitória da acetilcolinesterase. **Revista de Ciências Biológicas**, 10: 1-9. DOI:10.3923/jbs.2010.1.9
- BRASIL. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD/ONUBR. **Roteiro para a Localização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Implementação e Acompanhamento no nível subnacional**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Roteiro-para-a-Localizacao-dos-ODS.pdf>. Acesso em: 10 Jun. 2023.
- BRASIL. **Agricultura familiar e agroecologia e mercado**. n. 8, 2010.
- BROWN, Tim. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Tradução Cristina Yamagami. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- CASTRO, J. **Geografia da Fome**. 14ª Edição, Rio de Janeiro. Editora Civilização Brasileira., 2001.
- DA SILVA, Cícera Simoni *et al.* Dieta suplementada com cafeína modula marcadores de estresse oxidativo e melhora o comportamento locomotor na barata de lagosta *Nauphoeta cinerea*. **Chemico-Biological Interactions**, v. 282, p. 77-84, 2018.

DE MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira; SANTOS, Mariana Chaves. Prospecção fitoquímica, físico-química e biológica do extrato hidroetanólico floral de [*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.]. **Biológicas & Saúde**, v. 11, n. 36, p. 1-25, 2021.

FREITAS, Juliana Gomes, et al. **Coleta de material botânico**: Guia prático. Campina Grande, PB: INSA- Instituto Nacional do Semiárido, 2021.

GOMES, Madson R. F. *et al.* Chemical composition of essential oils of *Drimys angustifolia* Miers and *Drimys brasiliensis* Miers and their repellency to drywood termite *Cryptotermes brevis* (Isoptera: Kalotermitidae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 1, p. 41-46, 2014. Disponível em: . Acesso em: 09 abri. 2023.

JIMÉNEZ-AGUILAR, D. M., & GRUSAK, M. A. (2015). Evaluation of Minerals, phytochemical compounds and antioxidant activity of mexican, central american, and african green leafy vegetables. **Plant Food for Human Nutrition**, 70(4), 357-364.

KAMDEM, J. P., ADENIRAN, A., BOLIGON, A. A., KLIMACZEWSKI, C. V., ELEKOFEHINTI, O. O., HASSAN, W.; ATHAYDE, M. L. Antioxidant activity, genotoxicity and cytotoxicity evaluation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) ethanolic extract: Its potential role in neuroprotection. **Industrial Crops and Products**, v. 51, p. 26-34, 2013.

KAMDEM, Jean Paul *et al.* Atividade antioxidante in vitro da casca do caule de *Trichilia catigua* Adr. Juss. **Acta Pharmaceutica** , v. 62, n. 3, pág. 371-382, 2012.

MATOS FJ. Introdução à Fitoquímica Experimental. Fortaleza: Edições UFC; 1997.

MEILGAARD, M. C., Civille, G., & Carr, B. (2016). **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press

MEYER, B. N. *et al.* Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta medica**, v. 45, n. 05, p. 31-34, 1982.

OBICHI, EA; MONAGO, CC; BELONWU, DC. Efeito do extrato aquoso de folhas de *Cnidioscolus aconitifolius* (família Euphorbiaceae) em algumas enzimas antioxidantes e parâmetros hematológicos de dieta rica em gordura e ratos albinos Wistar diabéticos induzidos por estreptozotocina. **Journo de Ciência aplicada e gestão ambiental**. Mar. 2015. Vol 19 (1), 201-209.

PARANHOS, R.; Figueiredo Filho, D.B.; Rocha, E. C da; Silva Junior, J. A.; Freitas D. Uma introdução aos métodos mistos. **INTERFACES Sociologias** 18 (42)•May-Aug 2016. <https://doi.org/10.1590/15174522-018004221>

SANTOS, Ana Paula; MAIA, Rafael Cevidades; BORGES, Patrícia da Veiga. **A trajetória da Chaya na Serra da Misericórdia**. AS.PTA. Disponível em : <https://aspta.org.br/article/a-trajetoria-da-chaya-na-serra-da-misericordia/> Acesso em: Jun. 2023.

SCHWARCZ, H., FORD, A., KNYF, M. e KUMAR, A. (2022). O cervo verde: Chaya como fonte potencial de proteína para os antigos maias. ***Antiguidade Latino-Americana*** 33 (1), 175-186. doi:10.1017/laq.2021.71

SOTO, R. V., RUBIO, M. E. M., STAR, M. J. V., CÁRDENAS, A. O., PRECIADO-RANGEL, P., GONZÁLEZ, J. A.; ESPARZA-RIVERA, J. R. (2015). Cnidoscolus chayamansa hidropónica orgánica y su capacidade hipoglucemiante, calidad nutraceutica y toxicidad. ***Revista Mexicana de Ciências Agrícolas***, 6(4), 815-825.

VEIGA, José Eli da. **A sustentabilidade é turquesa**. Tradução. Valor Econômico, São Paulo, 2011., p. A11. Disponível em: [http://www.zeeli.pro.br/artigos_valor/\[148\]%20-%20A%20sustentabilidade %20é%20 turquesa%20. pdf](http://www.zeeli.pro.br/artigos_valor/[148]%20-%20A%20sustentabilidade%20é%20turquesa%20.pdf). Acesso em: 18 set. 2023.

ANEXO I

CAMINHOS PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL: A
EXPERIÊNCIA DA AGROFLORESTA AVÓS
DA TERRA COM O USO DA CHAYA
ETAPA I

ANEXO II



CAMINHOS PARA SEGURANÇA ALIMENTAR: A APLICAÇÃO DO
POTENCIAL NUTRICIONAL E CULINÁRIO DA CHAYA (*Cnidoscolus aconitifolius*)
ETAPA II

ANEXO III



CADERNO DE RECEITAS DA CHAYA (*C. aconitifolius*) - ETAPA II