

# **Aguapé (*Eichhornia crassipes*): Usos e potencialidades para a bioeconomia paraense**

**Luis Felipe dos Santos Lopes<sup>1</sup>**

**Eduardo Franco Santos<sup>2</sup>**

## **1.Introdução**

A Bioeconomia, consiste em um conjunto de atividades econômicas que tenham em seu processo de produção, recursos de origem sustentável (SILVA; FELIPE e MARTINS,2018). Aplicado a realidade brasileira, o país se destaca em produção de energias sustentáveis e biocombustíveis, devido a sua característica de diversidade natural e de uma forte produção agropecuária, como o uso de energia hidroelétrica, eólica, solar e produção de culturas agrícolas como milho, soja e cana-de-açúcar.

Segundo AVELLAR (2017):

A bioeconomia utiliza recursos de base biológica, recicláveis e renováveis, que se destinam a oferecer soluções coerentes, eficazes e concretas para os grandes desafios sociais, como a crise econômica, as mudanças climáticas, substituições de recursos fósseis, segurança alimentar e a saúde da população. Para isso necessita de pesquisa em biociências, tecnologias de informação, robótica e materiais.

Portanto, desenvolver a inovação científica, em conjunto com a biologia, é de extrema importância para pensarmos uma economia com base sólida, afinal, são produtos renováveis, diferentes de minérios ou combustíveis fósseis. Nesse segmento, a utilização de plantas para se pensar em uma bioeconomia, já está em desenvolvimento. Pois no Brasil, já se tem espécimes nativos, que podem auxiliar no desenvolvimento econômico de forma sustentável. Segundo Cabestré; Graziade e Polesel Filho (2008) apud Bacha;Santos; e Schaum (2010) :

Sustentabilidade seria a relação entre os sistemas econômicos e os sistemas ecológicos na qual a vida humana continuaria indefinidamente e os efeitos das atividades humanas permaneceriam dentro de limites sem destruir a diversidade, complexidade e funções do sistema ecológico de suporte da vida.”

Giacometi (2008) apud Bacha;Santos; e Schaum (2010) afirmam:

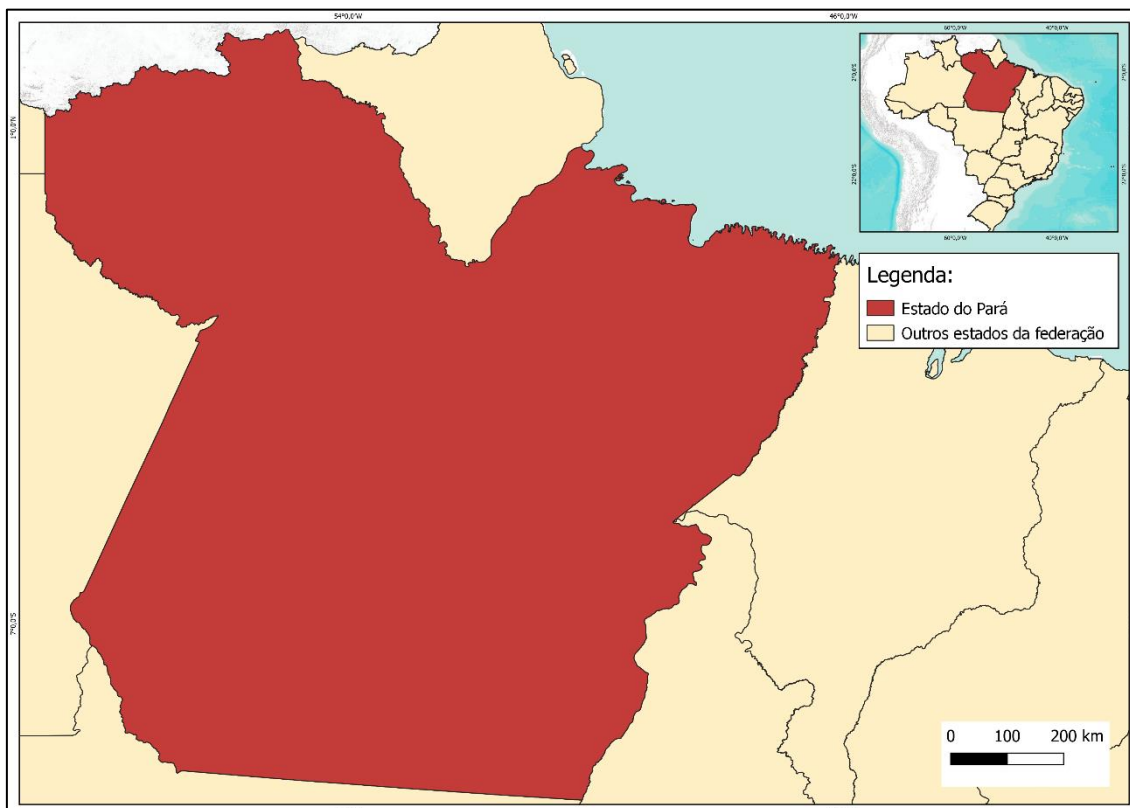
<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

A sustentabilidade é um objetivo que deve permear as ações das sociedades contemporâneas, diminuindo o uso insensato dos recursos renováveis e não renováveis.

Pensar uma integração das atividades econômicas em conjunto, é a melhor forma de consolidar ações sustentáveis, devido à constante conexão que gera demanda entre os componentes envolvidos. Portanto, ao se aplicar a um recorte em específico, a proposição não deve ser isolada, e sim abranger uma série de campos dos componentes socioeconômicos, que integrem sociedade, natureza e economia. Nesse segmento, o Brasil demonstra um potencial significativo, devido a sua fauna, flora e recursos naturais finitos.

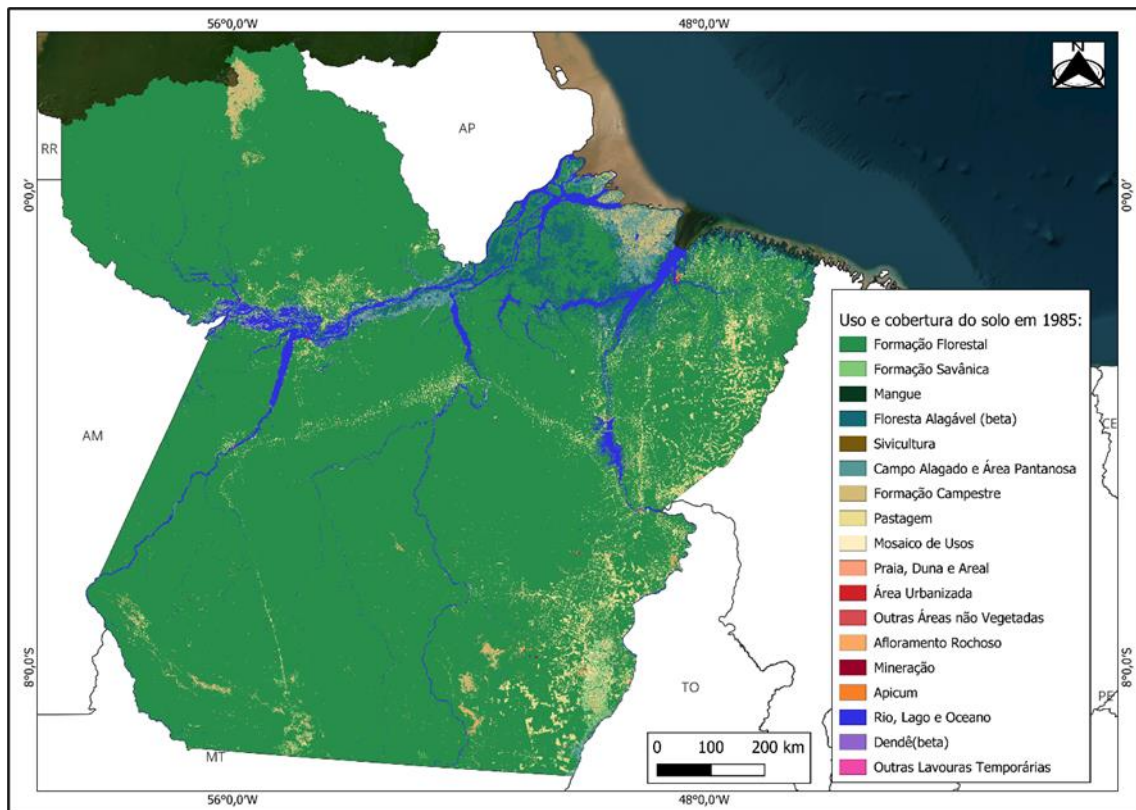
O estado do Pará (Figura 01), situado na região Norte e Amazônia Legal, na porção oriental da floresta na totalidade. É um dos estados da região, que mais sofreram com a antropização humana, com a instalação de rodovias, ferrovias e hidrelétricas. Que garantiram um melhor fluxo de indivíduos e mercadorias, mas que culminou em elevadas taxas de desmatamento, a partir do registro do banco de dados do MapBiomas referente a uso e cobertura do solo (2022). A busca por custos de produção menores, aumento de produtividade, e novos meios de mitigação de danos, são temas pertinentes não apenas para o desenvolvimento das atividades agropecuárias do Pará, mas para o Brasil ao todo.



**Figura 01:** Localização do estado do Pará  
Fonte: IBGE, 2022

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



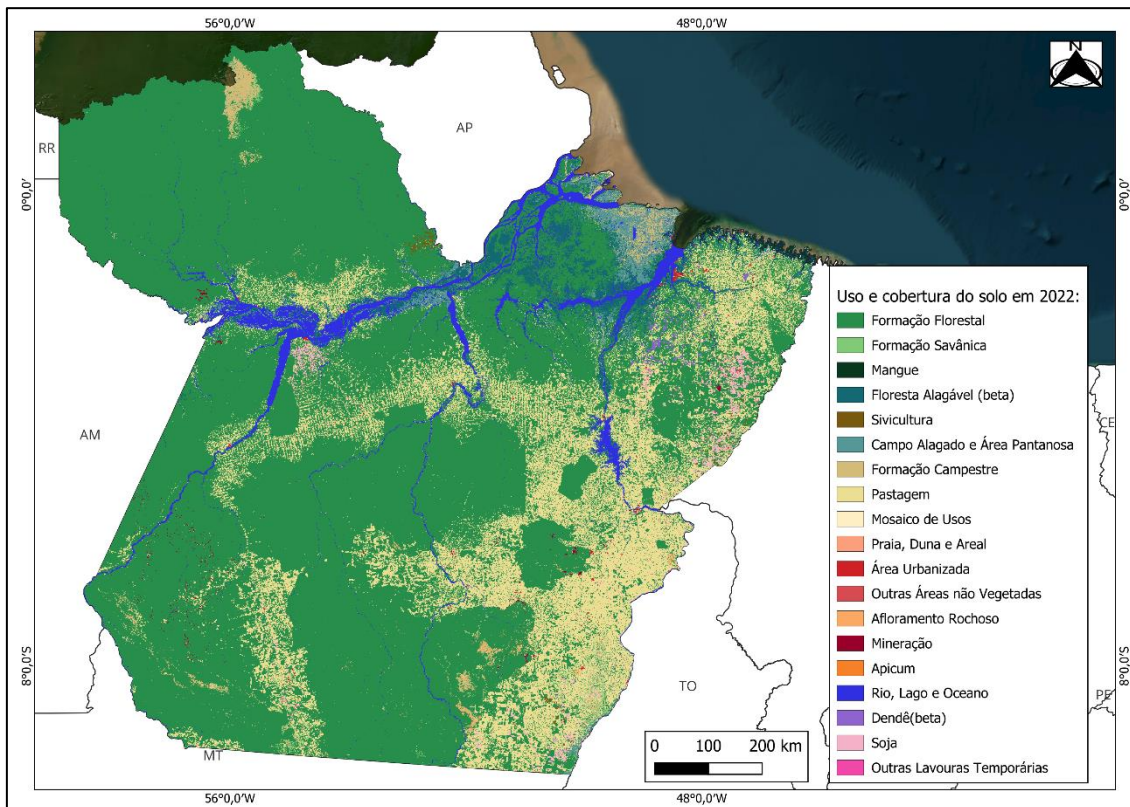
**Figura 02:** Uso e cobertura do solo no estado do Pará – 2022  
 Fonte: IBGE (2022) e MapBiomias (2022).

Nesse sentido, o Bioma Amazônico apresenta uma diversidade de flora e fauna com forte potencial econômico, de forma sustentável. A *Eichhornia crassipes*, uma planta aquática que habita os lagos e rios do Bioma Amazônico, devido às atividades humanas, é considerada praga devido a sua introdução em outros ambientes externos a seu hábitat natural. Sua característica biológica de converter nutrientes em biomassa, é um dos fatores de sua fama negativa ao redor do mundo.

Porém, esse mesmo aspecto apresenta um forte potencial de uso na despoluição de efluentes dos grandes municípios do estado, que carecem de um saneamento básico e infraestrutura, a partir da reprodução dessa espécie em áreas já preparadas para esse segmento. Seu uso na agropecuária. Tem um forte potencial, devido as pastagens e culturas agrícolas serem um forte no estado, como mostrado pelo MapBiomias (2022). Desde a alimentação de animais até suporte como fertilizante em culturas agrícolas.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



**Figura 03:** Uso e cobertura do solo do estado do Pará em 2022

Fonte: IBGE e MapBiomias, 2022.

Neste artigo, objetiva-se demonstrar os usos e o potencial dessa planta para auxiliar atividades econômicas, mitigar danos e servir de base para produção de energias renováveis, mostrando o potencial do estado do Pará como um forte vetor para avanço em termos de Bioeconomia.

## 2. Materiais e Métodos

Foi realizado um levantamento bibliográfico para os conceitos de bioeconomia, sustentabilidade, para a caracterização do socioeconômica do estado do Pará, o funcionamento e características do Agupé e sua relação com tratamento de efluentes, alimentação de animais, produção de biogás e fertilizantes. Para isso, foi consultado as seguintes páginas da internet e estudos de caso específicos como principais peças centrais da pesquisa:

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

O Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDS), com os autores Martins, Felipe e José (2018), trabalharam dados da bioeconomia brasileira no artigo Bioeconomia Brasileira em Números, deixando em evidência o conceito e parâmetros de bioeconomia de modo geral.

O artigo de Maria, Jorgina e Angela (2010). Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade. Apresenta uma questão mais teórica acerca da Sustentabilidade, apresentando diversos conceitos e debatendo essa diversidade acadêmica referente ao tema.

Instituto Trata Brasil, apresentou dados atualizados referentes a situação em termos de saneamento básico no estado do Pará.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) forneceu dados referentes a agropecuária Brasileira, no segmento de criação de animais em 2021.

MapBiomass, Uso e Cobertura do Solo. Uma organização de fins não lucrativos que abrange dados referentes a vegetação e atividades humanas no território brasileiro, a partir desse banco de dados, foi utilizado o recorte do estado do Pará para exemplificar a representação da agropecuária em território Paraense como principal vetor do desmatamento.

O artigo de García *et al.* (2000), Aguapé (*Eichhornia crassipes*): Uma alternativa alimentar para bovinos de pequenas propriedades no perímetro da represa Billings - Estado de São Paulo, Brasil. Ressalta as características físico-químicas do aguapé, assim como seu potencial de reprodução, absorção de nutrientes e uso para atividades econômicas, como a pecuária, no estado de São Paulo.

### **3.O que há de estudos e informações acerca das características e uso do Aguapé? Uma breve revisão.**

A integração da economia com métodos sustentáveis e viáveis, se torna em evidência a cada ano que se passa, devido às questões climáticas e os recursos naturais finitos em processo de esgotamento. Na Amazônia Legal, isso ganha mais destaque, devido a sua fauna, flora e subsolo riquíssimos, nesse segmento, se destaca a *Eichhornia crassipes*, também chamada de Aguapé, Jacinto Aquático, Mururé, Orelha-de-veado, Pavoá, Rainha-do-lago, Baronesa, Uape e Uapê. Essa macrófita já tem fama mundial, por

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

ser caracterizada como uma planta invasora em mais de 50 países até 1986(GARCIA *et al.* 2000).

Os prejuízos devido a sua capacidade de reprodução em ambientes compatíveis com sua biologia. Vai desde a evaporação ampliada várias vezes caso o espelho de água estivesse ausente da presença dessas plantas. Dificuldade em navegação, danos em represas, mortandade da fauna aquática, devido ao espelho de água estar totalmente coberto e bloquear os raios solares no meio hídrico, limitação da oxigenação. E até mesmo intensificação da poluição, devido à reprodução maciça gerando exemplares que se decompõe ali mesmo, resultante da superpopulação dessa espécie (GLOBO, 2023).

### 3.1 Características do Aguapé



**Figura 04:** Exemplar de Aguapé  
Fonte: Sotckphoto, 2023

O Aguapé, uma espécie de planta aquática herbácea e flutuante, cuja área de incidência natural abrange todo o continente americano. Os interesses acerca dessa espécie se iniciaram no século XIX, quando houve a primeira coleta de exemplares para análises científicas e estudos. Nessa época, em 1843, onde finalmente foi firmado o nome científico da espécie: *Eichhornia crassipes* (FELIPE, 2023).

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

Possui pecíolos cheios de cavidades com ar, mecanismo que proporciona a flutuação da planta. Suas raízes, em forma de cabeleira, são filamentosas e atingem até 1 metro de comprimento. Em situações desabitadas, tendem a ter pecíolos curtos, dispersos e com pronunciado inchaço, enquanto em um povoamento denso são mais altas, eretas e com pouco ou até mesmo nenhum inchaço dos pecíolos. Suas folhas apresentam formato oval a elíptico, sendo grossas, cerosa e com 15 cm de largura. Os pecíolos são esponjosos e de cor verde brilhante. Cada espiga mede em média 50 cm de altura. Apresentam de 8 a 15 flores sésseis e, em casos mais raros, até 35. Cada flor contém um tubo perianto de 1,5 cm de comprimento, que se expande em 6 lóbulos de até 4 cm de comprimento. No lóbulo principal há uma mancha amarela brilhante, semelhante ao formato de um diamante, cercado por um roxo mais escuro. Quando a inflorescência fica totalmente emergida da bainha da folha, as flores abrem todas juntas, começando no período noturno, completando o processo ao amanhecer e murchando na noite seguinte, quando o pedúnculo começa a se curvar (JARDINAGEM E PAISAGISMO, 2023).

### 3.2 Potencial social, ambiental e sustentável

A partir de dados de 2021, o estado do Pará tinha 91,6% da população sem acesso à coleta de esgoto, que em números, são mais de 7 milhões de pessoas sem esse direito básico. Em tratamento desses efluentes, apenas 9% em relação à água consumida é realmente tratado (TRATA BRASIL, 2021). Esses dados apresentam um problema ambiental significativo, quando a maioria dos perímetros urbanos dos municípios mais populosos do estado, estão localizados em áreas próximas ao mar e rios, segundo a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Demonstrando um despejo significativo de poluentes em corpos hídricos, que além de inserir agentes químicos e biológicos nocivos à fauna e flora, reduzem significativamente o oxigênio da água, causando a redução ou mortandade da fauna significativamente e infestação de macrófitas como o Aguapé (Figura 05).



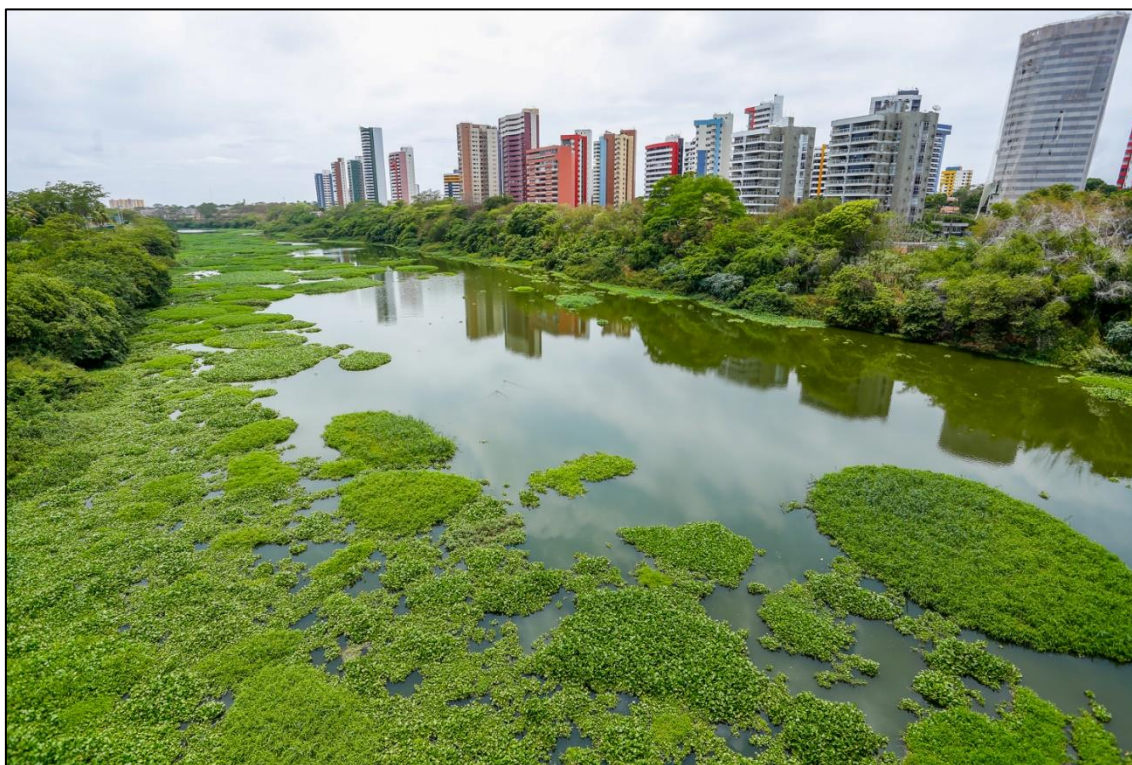
**Figura 05:** Descarte irregular de efluentes e lixo doméstico em Belém – PA  
Fonte: Diário Online, 2021.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

O esgoto, em termos gerais, é composto por efluentes provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e industriais, apresentando diversos componentes biológicos e químicos em sua composição, sendo o Nitrogênio(N) e Fósforo(P) importantes componentes essenciais para o desenvolvimento de plantas aquáticas ou terrestres (MICHALAK; SILVA e SILVA, 2016).

Nesse contexto, o Aguapé, tratado como praga por ser disseminar com certa facilidade em ambientes naturais ou antropizados pelo homem. Quando há um fornecimento de nutrientes significativo, também pode se apresentar como uma solução ou mitigação de danos em relação ao despejo indiscriminado de esgoto industrial e doméstico em corpos hídricos (Figura 06).



**Figura 06:** Proliferação de Aguapés devido a intensa poluição no rio Poti, em Teresina – PI  
Fonte: GPI, 2018

Devido à capacidade dessa macrófita em filtrar e converter nutrientes em biomassa, já que o esgoto doméstico e de certas atividades econômicas, contém quantidades significativas de nutrientes orgânicos compatíveis com o Aguapé. Isso já é constatado, quando essa planta aquática já se tornou praga em diversas localidades ao redor do mundo, justamente por sua capacidade de reprodução, em especial em regiões poluídas com despejos de efluentes ou em lagos de represas (BBC, 2018; GLOBO, 2023).

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



Portanto, a partir de criação de zonas especiais, como lagos artificiais, é possível usar o aguapé como vetor de tratamento de esgoto, aonde parte dos componentes presentes nesses efluentes descartados, vão ser filtrados, contidos ou convertidos em biomassa por essa planta. Reduzindo significativamente o impacto do descarte irregular dessas águas residuais em corpos hídricos.

Porém, a necessidade de ter uma infraestrutura base, referente a coleta de esgoto, requer uma atenção significativa, pois reter o fluxo de efluentes, é necessário para o seu tratamento, e primordialmente combinação de outras técnicas sustentáveis, como o uso de macrófitas integradas.

Nesse quesito, referentes a Estação de Tratamento de Esgoto (ETEs) com o método biológico de tratamento, por exemplo, há os mecanismos de tratamento biológico, onde há a construção de lagoas artificiais facultativas. Que, essencialmente, usam raios solares e o inserimento de oxigênio artificialmente no meio hídrico, para tratar a grande parte dos componentes orgânicos (NEIVA e NUMATA, 2021).



**Figura 07:** Exemplo de lagoa facultativa  
Fonte: LogicAmbiental, 2016.

A partir do esgoto tratado nas lagoas facultativas, caso seja de origem doméstica ou percolada, é possível reutilizar esse efluente em atividades econômicas como agricultura e pecuária (LEITE *et al.* 2005). A partir desses efluentes tratados, resulta em águas residuais com uma significativa composição de nutrientes, onde o cultivo de aguapé

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

pode ser direcionado para usar sua biomassa em produção de fertilizantes ou alimentação de animais do segmento pecuário.

Com a interferência do aguapé, é possível usar o auxílio da oxigenação artificial para intensificar sua reprodução, que por consequência, resulta na remoção de agentes orgânicos presentes na água recebida nessas instalações.

Além de reduzir o custo, ao se restringir a quantidade de compostos químicos utilizados em ETEs comuns, e ser de fácil consolidação das macrófitas e manutenção. O único desafio, seria lidar corretamente com a manutenção contínua dessa planta, em termos semanais. A perda de água contínua, e a instalação de piscinas acima de 100 m<sup>2</sup>, tanto em termos de largura e comprimento, para suportar uma demanda e expansão diária dessa planta. Que pode ser de 15% diário no espelho da água segundo Garcia *et al.* (2000), em meio ao esgoto com um grau de tratamento pré-determinado. A coleta e drenagem, para as piscinas de tratamento e cultivo de Jacinto Aquáticos, são questões que necessitam de um significativo investimento do setor público e privado. Tal como em propriedades rurais, o abastecimento de água contínuo perante a evapotranspiração ocasionada pelos aguapés.



**Figura 08:** Lagoas facultativas se utilizam de um tratamento biológico sem uso de produtos químicos  
Fonte: LogicAmbiental, 2016.

### 3.3 Potencial Econômico

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

A região do estado do Pará, compreende setores significativos como a agropecuária e mineração. Mas em termos de uso e ocupação do solo, o segmento agropecuário foi o que mais se reproduziu na paisagem do estado, sendo representado primordialmente pela pecuária extensiva e práticas de culturas agrícolas, segundo a série histórica do MapBiomias (2022). Abrangendo esse segmento da economia, onde o estado do Pará, em 2021, somou mais de 28 milhões de galináceos, 26 milhões de bovinos, 714 mil suínos e 619 mil bubalinos (PARÁ, 2021), existe uma forte demanda por mais territórios, tanto para a expansão dessa prática, quanto para se produzir os componentes alimentícios desses animais. Além de um forte potencial na reutilização dos resíduos produzidos por esses animais diariamente, seja para produção de energias renováveis e fertilizantes, que pode ser integrada com o cultivo dessa planta aquática.

Os efluentes e dejetos de aves, bovinos e suínos contém uma significativa presença de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (BARROS *et al.* 2019; KANZEN, 1999; BOTEGA, 2019). Formando o NPK, sendo um conjunto de nutrientes essenciais que as plantas necessitam em maior quantidade (NUTRIÇÃO DE SAFRAS, 2022). O Aguapé, essencialmente, depende desses componentes químicos, para garantir sua reprodução, quando o clima e recursos hídricos são favoráveis, pois uma superfície de água perde duas a oito vezes mais recursos hídricos quando coberta de aguapés, do que normalmente (ALVES *et al.* 2003).

No entanto, ainda pode ser efetivo como um complemento alimentício para bovinos, suínos e aves, devido a sua composição de biomassa ser rica em fibras e proteínas, somando 76,93% dos componentes totais (ANTONELO; LOUREIRO; JOHANN 2019). Pois alimentos ricos em fibras, beneficiam a saúde e nutrição de bovinos, suínos e aves (BENÍCIO *et al.* 1993; GARCIA *et al.* 2000), logo, o cultivo dessa espécie, tem o potencial de complementar a alimentação desses animais, reduzindo a aquisição de produtos como rações e grãos comprados, que compõe um forte peso no custo de produção, pois já há exemplos de uso de macrófitas da classe do Aguapé em uso para alimentação de animais (Figura 08). Que influencia diretamente toda uma cadeia produtiva, agregando ainda mais métodos sustentáveis como vetores de incentivos a uma economia sólida e resiliente.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



**Figura 09:** Bovinos se alimentando de Alfaca da Água em Paramirim – BA, 2019  
Fonte: O Cabloco do Sertão, You Tube.

A região do estado do Pará fornece um clima favorável a manutenção e reprodução do Aguapé, estando em uma zona tropical e úmida (MORAES *et al.* 2021). Somado a uma quantidade de efluentes e dejetos de animais que são uma importante nutrição para a composição e conversão de nutrientes em Biomassa, que multiplicam os exemplares dessa planta em questão de semanas a meses dependendo da intensidade de recursos favoráveis a conversão (GARCIA *et al.* 2000). O ambiente para pesquisas e investimentos é propício, devido ao fato que não há uma política em específico, direcionadas para o reuso de resíduos e efluentes da agropecuária, ainda mais envolvendo o segmento de criação de animais em conjunto integrado com outras práticas.

Com uma rápida capacidade de converter nutrientes em Biomassa, e sendo um espécime vegetal resistente e capaz de tratar efluentes compostos por matéria orgânica. O Aguapé possa ser um potencial produção de fertilizantes para pequenos e médio agricultores. Segundo Garcia *et al.* (2000), 1 hectare coberto de aguapés produz anualmente 212 toneladas de biomassa, considerando águas poluídas ricas em nutrientes, mas em ambientes propícios, tanto em termos de temperatura, nutrientes e potencialidade hídrica, essa macrófita pode alcançar 480 toneladas por ha/ano. Porém, há de se considerar a capacidade hídrica, pois a perda de água em ambientes cobertos por aguapés é de 2 a 8 vezes maior que o espelho exposto aos raios solares normalmente (ALVES *et al.* 2003).

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

Sua composição físico-química também permite uma potencialidade na produção de biocombustíveis, como etanol de segunda geração, cuja compatibilidade e eficiência já foram objetos de estudo e análise (TEXEIRA *et al* 2019).

A reciclagem de Biomassa, via processos anaeróbicos, pode resultar na produção de energias renováveis e biofertilizantes. Nesse segmento, essa macrófita se apresenta como uma matéria-prima essencial e potencial complemento de biomassa a ser utilizado em biodigestores anaeróbicos, onde é produzido o chamado Biogás, convertível em energia elétrica (MILANEZ *et al* 2021)

A compatibilidade das mais variadas formas de biomassa são um potencial significativo para uma maior integração energética, e se apresenta como uma área compatível com o Aguapé, pois segundo Milanez *et al* (2021, p.186):

O biogás tem a matéria-prima de sua produção nas biomassas (resíduos orgânicos), notadamente os resíduos sólidos urbanos e da produção agropecuária, aí compreendidos vinhaça, palha e bagaço de cana, caroço de algodão e dejetos de animais (bovinos, suínos, aves, etc.). A produção do biogás, quando esta deriva de atividades agropecuárias, é também um fator de segurança energética, pois diminui as dificuldades de atendimento da demanda por energia elétrica em áreas distantes, do meio rural.

Em termos de energia renovável, a capacidade de reprodução do Jacinto Aquático, em efluentes contaminados oriundos de atividades humanas, com excedentes de matéria orgânica, pode ser um importante mecanismo de integração com Biodigestores. Onde o pré-tratamento de esgoto, seguido de instalações preparadas para o cultivo de Aguapés, e posteriormente, o tratamento em Biodigestores, criaria um vetor significativo integrado de produção de Biogás e Biofertilizantes. Um biodigestor se utiliza de mecanismos biológicos, onde há a ausência de oxigênio, e bactérias anaeróbicas realizam o trabalho de decompor a matéria orgânica ali presente, resultando na liberação de Biofertilizantes e Biogás no seu ciclo de decomposição (UFPI, 2019).

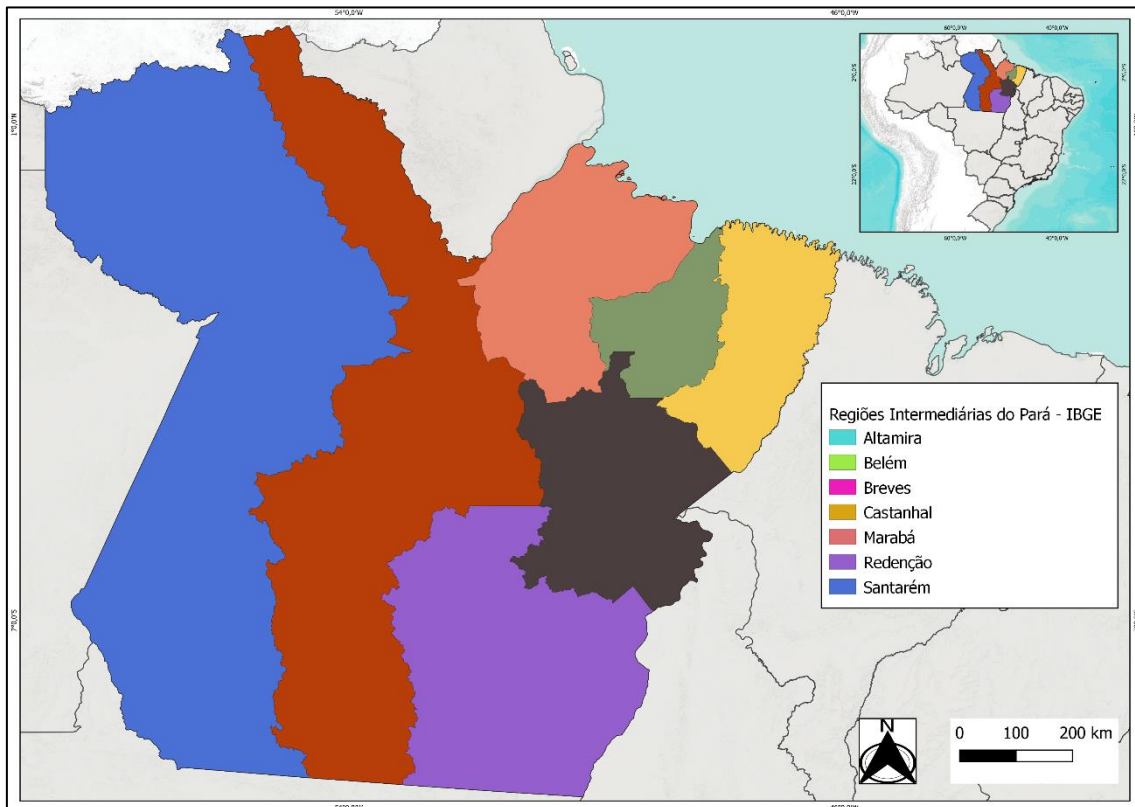
#### **4. Conclusões**

O Aguapé apresenta uma série de potenciais para o estado do Pará, principalmente na área do saneamento básico, onde é um potencial aliado no tratamento de efluentes e mitigação dos danos, evitando o descarte contínuo sem nenhum meio de tratamento. A viabilidade de testes para comprovar em grande escala, mais investimentos e criação de

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

segmentos de crédito exclusivo para essas áreas, são determinantes para se pensar em um processo de transição verde envolvendo diretamente essa macrófita.



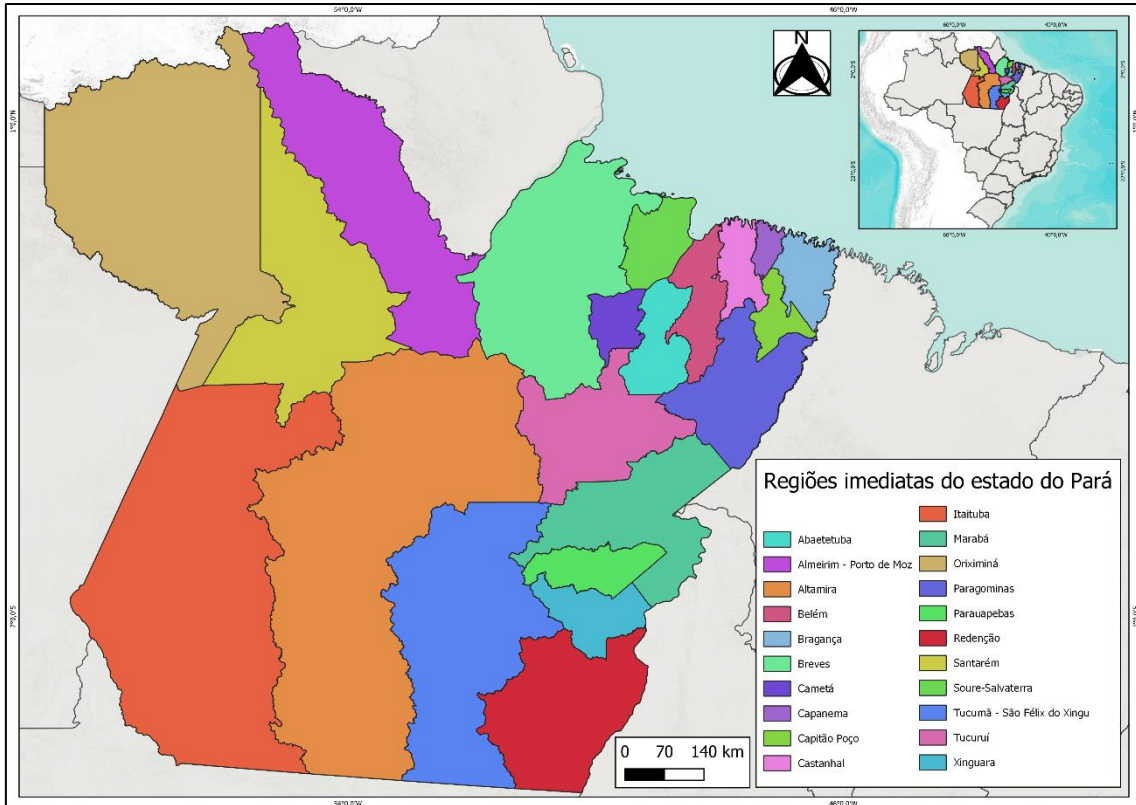
**Figura 10:** Regiões Intermediárias do Pará – IBGE  
Fonte: IBGE, 2022

Porém, a necessidade de reordenar o território é essencial, devido a extensão do estado como um todo, compondo 144 municípios, não há como aplicar um método padrão para todo esse território extenso. Se utilizando de mecanismos de regionalização, é possível mensurar as regiões de maior potencial, seja usando dados referentes a população, localização e principais setores da economia.

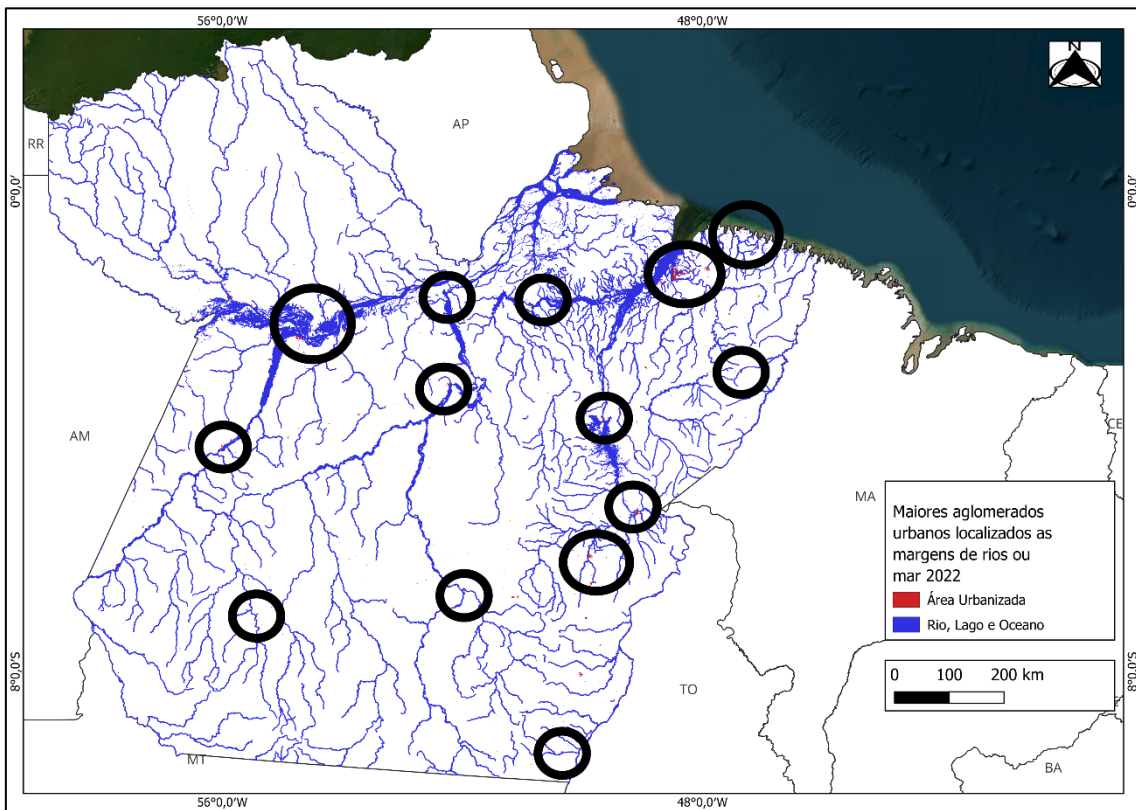
De maneira geral, estudos prévios serviriam de base para analisar e definir quais são as regiões de maior potencial de uso socioeconômico do Agupé, onde há um campo significativo de seu uso como vetor de uma Bioeconomia sólida. O IBGE, com suas bases de dados espaciais, especifica quais são as regiões Intermediárias e Imediatas do estado. Onde a partir dessas informações, é possível mesclar dados com a base de bacias hidrográficas e municípios. Resultando em uma base sólida para uma política pública onde o papel do Agupé seria central.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



**Figura 11:** Regiões Imediatas do Pará – IBGE  
 Fonte: IBGE, 2022



**Figura 12:** Manchas urbanas localizadas as margens de rios de grande porte no estado do Pará em 2022  
 Fonte: MapBiomias, 2022

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA  
<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

Com um ordenamento territorial, e uma base mensurando o potencial de regiões compatíveis com a utilização desse projeto, surge a necessidade de criar áreas específicas de financiamento para a construção de infraestruturas, como o BNDS Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos, os quais são um segmento específico de auxílio financeiro para o saneamento básico no Brasil. Seu segmento abrange empresas privadas e instituições públicas, como governos estaduais e municipais. Uma política pública, que crie especificamente uma área de investimento para tratamento de efluentes envolvendo uso biológico, abrangeria e abriria portas para mais pesquisas e investimentos nacionais envolvendo o Aguapé.

Envolvendo o segmento agropecuário, o Programa Infraestrutura Produtiva Agrícola, da CAIXA, é um ótimo divisor de águas, por ser uma área de concessão de crédito ligado diretamente com o investimento em infraestrutura. Determinante no meio de acesso a recursos financeiros para uma possível adaptação de tratamento biológico de resíduos de animais com aguapé, ou seu cultivo com intuito para alimentação de bovinos, suínos e aves.

Contextualizando, o Aguapé, caso haja interesse dos setores privado e público, será um aliado de extrema importância na transição energética e desenvolvimento de uma bioeconomia sólida e resiliente. As dezenas de estudos realizados no Brasil, deixa em evidência a sua capacidade de atender certas atividades econômicas, sendo um ser vivo de fácil adaptação e reprodução.

## **5. Referências**

GARCIA, Mauricio; KLAI, Aparecido; MARCUSSO, Cristiane; ANDRETTA, Ivi Caroline Costa. Aguapé (*Eichhornia crassipes*): Uma alternativa alimentar para bovinos de pequenas propriedades no perímetro da represa Billings - Estado de São Paulo, Brasil. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 3, n. 3, p. 37-43, dez. 2000. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/3330> . Acesso em: 20 fev.2024.

SILVA, João; SANTOS, Maria; ALMEIDA, Pedro. Análise dos parâmetros físico-químicos do esgoto tratado de Curitiba (PR) - Estação Belém. Revista de Saneamento Ambiental, v. 10, n. 2, p. 123-136, jul. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/22180> . Acesso em: 17 fev.2024.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA



ANTONELO, Fábio Antônio; LOUREIRO, Matheus De Almeida; JOHANN, Gracielle. Biomassa de *Eichhornia crassipes* e *Lemna minuta* para alimentação animal. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 14, n. 2, p. 338-342, jul. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/335376075\\_Biomassa\\_de\\_Eichhornia\\_crassipes\\_e\\_Lemna\\_minuta\\_para\\_alimentacao\\_animal](https://www.researchgate.net/publication/335376075_Biomassa_de_Eichhornia_crassipes_e_Lemna_minuta_para_alimentacao_animal) . Acesso em: 15 fev.2024.

POTT, Vali; POTT, Arnildo. Potencial de Uso de Plantas Aquáticas na Despoluição da Água. Embrapa gado de corte, dez. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/556127/potencial-do-uso-de-plantas-aquaticas-na-despoluicao-da-agua> . Acesso em 21 fev.2024.

PEREIRA, F.J.; CASTRO, E.M.; OLIVEIRA, C.; PIRES, M.F.; PASQUAL, M. Mecanismos anatômicos e fisiológicos de plantas de aguapé para a tolerância à contaminação por Arsênio. Planta Daninha, v. 29, n. 2, p. 305-314, 2011. DOI: 10.1590/S0100-83582011000200003. Acesso em: 22 fev.2024.

ALVES, E. I.; CARDOSO, L. R. Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes. Planta Daninha, v. 21, n. spe, p. 305-314, 2003. DOI: 10.1590/S0100-83582003000400005. Acesso em: 20 fev. 2024.

CIENTIFICAMENTE. O que é aguapé? Disponível em: <https://cientificamente.com.br/glossario/o-que-e-aguape/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FLORES E FOLHAGENS. Aguapé (*Eichhornia crassipes*): Características e Cultivo. Disponível em: <https://www.floresefolhagens.com.br/aguape-eichhornia-crassipes/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. Produção de Etanol de Segunda Geração a Partir de Aguapé: Uma Revisão. Revista Virtual de Química, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2700>. Acesso em: 01 mar. 2024.

YABE, Artur; SILVA, Guilherme Baptista da; MAIA, Guilherme Baptista da Silva; GUIMARÃES, Diego Duque. Biogás: Evolução Recente e Potencial de uma Nova Fronteira de Energia Renovável para o Brasil. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 27, n. 53, p. 177-216, mar. 2021. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20801/1/PR\\_Biogas\\_215276\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/20801/1/PR_Biogas_215276_P_BD.pdf). Acesso em: 02 mar.2024.

OLIVEIRA, Jessica Caroline Toledo; BRUZON, Gilcelene. Aplicação de Aguapé para o Tratamento de Efluentes. Revista de Ciências Ambientais, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2024. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqPics/1311430158P588.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2024.

BBC. Aguapé, a 'praga verde' brasileira que é promessa de solução para rios poluídos. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45659221>. Acesso em: 01 mar. 2024.

G1. Rio Tietê é Tomado por Aguapés e Vira Tapete Verde no Interior de SP. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2023/03/15/rio-tiete-e-tomado-por-aguapes-e-vira-tapete-verde-no-interior-de-sp.ghtml>. Acesso em: 04 mar. 2024.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI). UFPI Visa Desenvolver Biodigestor para Produzir Energia com Aguapés do Poty. Disponível em: <https://ufpi.br/ultimas-noticias-ufpi/9289-ufpi-visa-desenvolver-biodigestor-para-produzir-energia-com-aguap%C3%A9s-do-poty>. Acesso em: 03 mar. 2024.

AVELLAR, Rogério. Bioeconomia – Um novo paradigma para a sociedade mundial e uma oportunidade para o setor agropecuário brasileiro. Disponível em: [https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo\\_-\\_rogerio\\_avellar\\_0.14306100%201514912085.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo_-_rogerio_avellar_0.14306100%201514912085.pdf). Acesso em: 20 fev.2024.

SILVA, Martim; PEREIRA, Felipe; MARTINS, José. A BIOECONOMIA BRASILEIRA EM NÚMEROS. BNDS Setorial, 47, p. 277-332, mar.2018. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47\\_\\_Bioeconomia\\_\\_FEC HADO.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47__Bioeconomia__FEC HADO.pdf) . Acesso em: 20 fev.2024.

CERTI. Bioeconomia: ativando um ecossistema de empreendedorismo e inovação de impacto. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/o-que-e-bioeconomia/>. Acesso em: 20 fev.2024.

Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). Pesquisa Setorial. Disponível em: [https://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://anda.org.br/pesquisa_setorial/). Acesso em: 01 mar.2024.

Canal Rural. Dependência de fertilizantes é grande desafio para o Brasil. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/dependencia-de-fertilizantes-e-grande-desafio-para-o-brasil/> . Acesso em: 05 fev. 2023.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Crédito Investimento CAIXA. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/agro/investimento/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 08 mar. 2024.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos. Disponível em: BNDES - Financiamento - Produto - BNDES Finem - Saneamento ambiental e recursos hídricos. Acesso em: 08 mar. 2024.

Painel do Saneamento Brasil. Trata Brasil, 2024. Disponível em: [https://tratabrasil.org.br/painel-saneamentobrasil/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAxaCvBhBaEiwAvsLmWMJpTHfX-M2hX6pCRhekGFWaPTJD-cFJJCH8wlQJOx1m81VaWA-ZBxoCAy4QAvD\\_BwE](https://tratabrasil.org.br/painel-saneamentobrasil/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAxaCvBhBaEiwAvsLmWMJpTHfX-M2hX6pCRhekGFWaPTJD-cFJJCH8wlQJOx1m81VaWA-ZBxoCAy4QAvD_BwE). Acesso em: 12 mar. 2024.

Quatro cidades paraenses estão entre as 10 com pior saneamento básico do Brasil, aponta estudo. GLOBO, 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2023/03/21/quatro-cidades-paraenses-estao-entre-as-10-com-pior-saneamento-basico-do-brasil-aponta-levantamento.ghtml>. Acesso em: 05 fev.2024.

NEIVA, Thiago Botelho; NUMATA, Fernando. A Importância do Tratamento Biológico de Esgoto no Brasil e as Tecnologias Existentes. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/2021/09/esgoto-no-brasil-1.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2024.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

CARVALHO, C. S.; RIBEIRINHO, V. S.; ANDRADE, C. A. de; GRUTZMACHER, P.; PIRES, A. M. M. Composição química da matéria orgânica de lodos de esgoto. Portal Embrapa Publicações e Bibliotecas, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137291/1/2015AP32.pdf>. Acesso em: 01 mar.2024.

LEITE, Valderi; JÚNIOR, Jilson; SOUSA, José; LOPES, Wilton; PRASAD, Shiva; SILVA, Salomão. Tratamento de águas residuárias em lagoas de estabilização para aplicação na fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, (Suplemento), p.71-75, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/5r3W3Hgh965Bd5jJYLsMnFN/#ModalTutors>. Acesso em: 01 mar.2024.

ACQUABLOG. Lagoas de Estabilização. Disponível em: <https://acquablog.acquasolution.com/lagoas-de-estabilizacao/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

TRATAMENTO DE ÁGUA. Lagoas de Estabilização. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/lagoas-estabilizacao/>. Acesso em: 02 mar. 2024.

REIS, Giovanna. Uso de esgoto tratado na agricultura aumenta produtividade e possibilita economia de água de até 60%. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: <<https://sites.usp.br/prp/1595>>. Acesso em: 05 mar. 2024.

GOMES, Tamara; ROSSI, Fabrício; TOMASSO, Giovana; GOMIDE, Catarina; RIBEIRO, Marcelo; RIBEIRO, Rogers; HERLING, Valdo; MOLINA, Camila; SANTOS, Henrique; GUIGUER, Fábio; FERRAZ, Marco; RODRIGUEZ, Renato. Irrigação com efluentes tratados de abatedouro no cultivo de pastagens. Pirassununga – SP, Universidade de São Paulo, FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS – FZEA. Disponível em: <https://www.hu.usp.br/wp-content/uploads/sites/103/2017/06/81-REUSO-AGR%C3%84COLA.pdf>. Acesso em: 05 mar.2024.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA). Tabela 2.2.1 - Efetivo de Rebanho Bovino 2017 a 2021. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2022/tabelas/economia/2.2-pecuaria/tab-2.2.1-efetivo-de-rebanho-bovino-2017-a-2021.htm>. Acesso em 05 mar.2024.

O Cabloco do Sertão. Gado Comendo Alface D'água no Sertão da Bahia. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=8GZPwH7IW1k&ab\\_channel=OCabocloDoSert%C3%A3o](https://www.youtube.com/watch?v=8GZPwH7IW1k&ab_channel=OCabocloDoSert%C3%A3o). Acesso em: 05 mar.2024.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA). Tabela 2.2.4 - Efetivo de Rebanho Suíno Total 2017 a 2021. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2022/tabelas/economia/2.2-pecuaria/tab-2.2.4-efetivo-de-rebanho-suino-total-2017-a-2021.htm>. Acesso em 05 mar.2024.

WATTIAUX, Michel; HOWARD, W. Alimentos para bovinos de leite. Instituto Babcock para pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743402/6%29+Alimentos+para+os+bovinos+de+leite0001.pdf/6a12fd05-1d19-4bf1-9729346ce1ee4df3?version=1.0#:~:text=A%20ingest%C3%A3o%20de%20energia%20>

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

e,manuten%C3%A7%C3%A3o%20da%20sa%C3%BAde%20do%20animal. Acesso em: 05 mar.2024.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA). Tabela 45 - Efetivo de Rebanho por Tipo – 2021. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/sistemas/radar2022/tabelas/1-para/tabela-45-efetivo-de-rebanho-por-tipo-2021-para.htm>. Acesso em: 05 mar.2024.

BENÍCIO, Luiz; FONSECA, José; SILVA, Dirceu; ROSTAGNO, Horácio; SILVA, Martinho. A utilização do Aguapé (*Eichhornia crassipes*) em rações prensadas para poedeiras comerciais. Disponível em: <https://www.sbz.org.br/revista/artigos/539.pdf>. Acesso em: 05 mar.2024.

BARROS, Evandro; NICOLOSO, Rodrigo; OLIVEIRA, Paulo; CORRÊA, Juliano. Alimentos para os Bovinos de Leite. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1117243/1/final9052.pdf>. Acesso em: 04 mar.2024.

KONZEN, Egídio. Manejo e utilização de esterco de bovinos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comunicado técnico, 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/472255/1/COT14.pdf>. Acesso em: 05 mar.2024.

Nutrição de Safras. NPK para plantas. Disponível em: [https://nutricaodesafras.com.br/npk-para-plantas#:~:text=NPK%20para%20plantas%20%C3%A9%20um,\)%20e%20K%20\(pot%C3%A1ssio\)](https://nutricaodesafras.com.br/npk-para-plantas#:~:text=NPK%20para%20plantas%20%C3%A9%20um,)%20e%20K%20(pot%C3%A1ssio)). Acesso em: 03 mar. 2024.

BOTEGA, Jéssica. COMPOSTAGEM E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SUBSTRATO DE CAMA DE AVIÁRIO: ESTUDO DE CASO. Medianeira - PR, 2019. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5252/1/substratocamaaviario.pdf>. Acesso em: 02 mar.2024.

GOMES, Antônio. Temporada de aguapés acende sinal de alerta no Rio Poti em Teresina. GP1, Piauí, 16 out. 2019. Disponível em: <https://www.gp1.com.br/pi/piaui/noticia/2019/10/16/temporada-de-aguapes-acende-sinal-de-alerta-no-rio-poti-em-teresina-464444.html>. Acesso em: 03 mar. 2024.

LOGICAMBIENTAL. Lagoa Facultativa. LogicAmbiental, 2022. Disponível em: <https://logicambiental.com.br/lagoa-facultativa/>. Acesso em: 02 mar. 2024.

<sup>1</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA

<sup>2</sup>Estudante de graduação em Geografia na Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA