

**Valoração Econômica da Qualidade Ambiental na Bacia do Rio Gramame (PB):
Evidências Empíricas a partir de um Modelo Logit**

**Economic Valuation of Environmental Quality in the Gramame River Basin (PB):
Empirical Evidence from a Logit Model**

Dávilla Witória dos Santos Farias

Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil

Márcia Batista da Fonseca

Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil

Carla Calixto da Silva

Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, Brasil

GT4. Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas

Resumo: A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame (BHRG) desempenha papel essencial no abastecimento hídrico em sete municípios da região metropolitana de João Pessoa, mas enfrenta intensa degradação ambiental causada, principalmente, pelo setor sucroalcooleiro instalado em seu entorno, que utiliza da queima e de agrotóxicos no plantio da cana-de-açúcar. Esta pesquisa tem por objetivo realizar um exercício empírico de valoração econômica da BHRG com o objetivo de capturar a disposição a pagar por qualidade ambiental dos agentes que vivem no entorno da BHRG. É uma pesquisa quantitativa, a partir da aplicação do método de Valoração Contingente e da estimação de um modelo *Logit*, foi possível mensurar a Disposição a Pagar (DAP) dos agentes pela conservação da BHRG. Os resultados indicam que, embora exista percepção ambiental positiva entre os entrevistados, acerca da proteção da qualidade ambiental da BHRG, o fato desta ser caracterizada como um bem público, apresentando características de não rivalidade e não exclusividade, impacta em uma maior dificuldade para a determinação do seu valor econômico, e dos que não atribuíram valor econômico a BHRG, a maioria atribui sua decisão a votos de protesto.

Palavras-chave: Setor Sucroalcooleiro; Bacia do Gramame; Disposição a Pagar, *Logit*.

Abstract: The Gramame River Basin (GRB) plays an essential role in the water supply of seven municipalities in the metropolitan region of João Pessoa, but it faces intense environmental degradation caused mainly by the sugar and ethanol industry located in its surroundings, which uses burning and pesticides to plant sugarcane. This research aims to carry out an empirical exercise of economic valuation of the GRB in order to capture the willingness to pay for environmental quality of the agents living in the vicinity of the GRB. It is a quantitative research, based on the application of the Contingent Valuation method and the estimation of a Logit model, it was possible to measure the Willingness to Pay (WTP) of the agents for the conservation of the GRB. The results indicate that, although there is a positive environmental perception among the interviewees, regarding the protection of the environmental quality of BHRG, the fact that it is characterized as a public good, presenting characteristics of non-rivalry and non-exclusivity, impacts on a greater difficulty in determining its economic value, and of those who did not attribute economic value to BHRG, the majority attributed their decision to protest votes.

Keywords: Sugarcane Sector; Gramame Basin; Willingness to Pay, *Logit*.

1 Introdução

A crescente preocupação dos agentes com questões ambientais como as mudanças climáticas e também os danos gerados devido à produção industrial e agrícola, tem levado governos, empresas e até mesmo a sociedade a incorporar hábitos e práticas mais sustentáveis. Dessa forma, ferramentas que ajudam no combate e redução dos efeitos negativos provenientes das ações antrópicas, processos industriais e cultivos agrícolas, foram desenvolvidas e dentre elas destaca-se o Mercado de Créditos de Carbono.

Podendo ser definido como um impulsionador da redução dos gases do efeito estufa (GEE), os créditos de carbono estão inseridos no contexto de luta contra as mudanças climáticas funcionando como uma “moeda verde”, estimulando também o surgimento de uma economia mais sustentável através do incentivo ao reflorestamento, uso de energias renováveis, prática da economia de baixo carbono.

No Brasil, essa conscientização se reflete não apenas através de políticas públicas e medidas legais como a Lei nº6.938/1981 a qual institui a Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecendo princípios e instrumentos que garantem a preservação, a recuperação e a melhoria da qualidade ambiental no país.

Alves (2020) enfatiza que o setor sucroalcooleiro da Paraíba, com grande perspectiva de expansão, segue em pleno processo de crescimento, sendo cada vez mais orientado por práticas sustentáveis. É notório que a sustentabilidade pode estar presente em distintos segmentos sociais, políticos e econômicos. No entanto, setores produtivos com uma elevada emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), como o setor sucroalcooleiro, necessitam ir além de ações pontuais e adotarem estratégias contínuas de mitigação.

O setor sucroalcooleiro no Brasil distingue-se pelo elevado grau de integração entre as etapas agrícola e industrial. Diferentemente do modelo predominante em outros países, em que o cultivo da matéria-prima (cana-de-açúcar) é terceirizado, no Brasil as próprias usinas são responsáveis por aproximadamente 60% do cultivo da cana-de-açúcar que processam, sendo apenas 36% adquirida de fornecedores externos (Conab, 2013, *apud* Alves, 2020).

Na Paraíba a cana-de-açúcar é predominantemente cultivada nos tabuleiros costeiros, que respondem por cerca de 95% da produção, e no Brejo paraibano, onde pequenos produtores se destacam como principais fornecedores da cana. Sua importância econômica está atrelada a geração de empregos, sendo a única fonte de renda para muitos, mesmo em períodos de baixa produtividade. (Paraíba, 2000 *apud* Queiroz, 2008).

Nesse contexto produtivo e territorial, destaca-se a relevância dos recursos hídricos

para a manutenção da atividade canavieira, especialmente em regiões estratégicas do estado. A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame (BHRG)² beneficia sete dos 223 municípios do estado da Paraíba, são eles: Conde, João Pessoa, Alhandra, São Miguel de Taipu, Pedras de Fogo, Cruz do Espírito Santo e Santa Rita, evidenciando sua importância tanto para o abastecimento hídrico quanto para o suporte às atividades agrícolas, incluindo o cultivo da cana-de-açúcar. Fonseca e Brasil (2023) destacam o potencial e a importante relevância da Bacia para a economia municipal e Estadual, tendo o cultivo da cana perdurando por toda a sua extensão, gerando impactos como a queima para extração da cana e o deságue da vinhaça e dos agrotóxicos utilizados na irrigação da cana-de-açúcar. Indústrias também estão beneficiadas pela Bacia que garante benefícios para o setor industrial localizado em seu contorno pois possibilita o descarte de seus efluentes.

Neto (2014) alega ser o setor sucroalcooleiro uma das suas principais fontes poluidoras. Segundo Fonseca e Brasil (2023), em torno de 70% do suprimento de água da zona metropolitana de João Pessoa é advindo da BHRG. A Bacia está localizada entre as coordenadas de latitude 7°11' e 7°23' sul e 34°48' e 35°10' de longitude oeste. Diversos serviços ambientais são ofertados pela BHRG os quais são utilizados livremente pelas empresas e pela sociedade. A Bacia apresenta características de um bem público definido por Pigou (1932) como sendo bens não rivais e não excludentes, o que leva a uma maior complexidade na valoração em termos financeiros e dando espaço para o surgimento do comportamento que Friedman (2002) definiu como *free rider*. Este estudo tem como hipótese que a comercialização de créditos de carbono pelo setor sucroalcooleiro representa uma oportunidade significativa de ganhos econômicos ao mesmo tempo em que contribui para práticas de cultivo mais sustentáveis.

Perante o exposto, pergunta-se qual a disposição da população do estado da Paraíba em proteger a qualidade ambiental da BHRG? Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo de realizar uma análise empírica de valoração econômica da BHRH com o objetivo de capturar a disposição a pagar por qualidade ambiental dos agentes que vivem no entorno da BHRG. Especificadamente, pretende-se: a) avaliar a percepção dos agentes econômicos sobre a BHRG; b) estimar a DAP dos agentes econômicos pela preservação e melhoria ambiental da BHRG. Após esta introdução este trabalho apresenta referencial teórico, procedimentos metodológicos, resultados e discussão e considerações finais.

Para tanto, o estudo se utiliza de uma pesquisa de campo através da aplicação de questionários e além desta introdução, o artigo está organizado em uma seção de revisão da

literatura, uma seção metodológica, que detalha os procedimentos de coleta e análise dos dados, os aspectos éticos e a especificação do modelo econométrico utilizado; uma seção dedicada à apresentação e discussão dos resultados, e, por fim, as considerações finais, nas quais são sintetizadas as principais conclusões e contribuições do estudo.

2 Revisão da literatura

2.1 As discussões acerca da questão ambiental

Com o avanço crescente da industrialização e da poluição oriunda do processo produtivo o qual tem o objetivo de atender as necessidades infinitas dos seres humanos, questões ambientais têm ganhado cada vez mais força e espaço no cenário econômico, político e social decorrente das preocupações com as mudanças climáticas e a degradação ambiental. Isso porque a mesma tecnologia que promove o avanço e o desenvolvimento, também tende a promover o aumento dos níveis de problemas ambientais. Como por exemplo, os automóveis, que mesmo surgindo como facilitadores logísticos, geram a queima de combustíveis fósseis que contribuem para o aumento dos Gases GEE e destruição da camada de ozônio. Cordeiro, Galerani e Dossa (2010) reforçam que o aumento da concentração dos GEE na atmosfera terrestre, tem levado diversos países a se preocuparem com as consequências desse fenômeno, dentre eles o Brasil.

No que se refere aos GEE, os mesmos funcionam como uma malha que envolve todo planeta mantendo-o aquecido e propício para a existência de vida em toda sua extensão. Mas o excesso dos GEE, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, desmatamento, poluição e outros, torna essa malha ou camada protetora mais espessa fazendo com que a terra fique ainda mais quente acarretando problemas como o aquecimento global e mudanças climáticas.

Segundo Gremaud *et al.* (2004), os avanços tecnológicos sofridos pela humanidade, revolucionaram todo o domínio das técnicas de produção de bens e da oferta de serviços, tornando possível o aumento da capacidade produtiva e melhora da qualidade dos itens ofertados no mercado. Ao mesmo tempo, todo esse avanço atrelado às ações antrópicas acarreta alterações significativas no que tange às questões ambientais, levando a um processo não-natural do aquecimento global.

Neste sentido, a compreensão das atitudes e comportamentos sociais em relação à preservação ambiental também requer uma análise histórica das transformações ambientais e

das políticas globais implementadas até o surgimento do Protocolo de Kyoto, que representam marcos importantes na tentativa de regular e mitigar os impactos das ações humanas sobre o planeta.

3 Metodologia

3.1 Descrição E Localização Da Área De Estudo

O rio Gramame, no estado da Paraíba, é um dos responsáveis pelo abastecimento de água da grande João Pessoa, onde 70% do abastecimento dos municípios é vindo do rio (Silva, 2023). A Bacia Hidrográfica do Rio Gramame (BHRG), de acordo com o censo realizado em 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), juntas as populações dos 7 municípios correspondem a 1.087.000 habitantes. O principal curso da BHRG é o próprio rio Gramame o qual possui uma extensão de 54,3km e tendo como principais afluentes o rio Mumbaba, Mamuba e Água Boa (Bonfim *et al.*, 2015).

O rio Gramame localizado no litoral sul da cidade de João Pessoa-PB é também um dos encarregados da provisão hídrica dos municípios do Conde, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, São Miguel de Taipu, Pedras de Fogo e Alhandra (Silva, 2022), e recebe diariamente o deságue de rejeitos industriais, domésticos e agrícolas.

No que tange ao rio e a população circunvizinha, faz-se claro que a região é pouco vista pelo poder público, o que é claramente refletido através das quantidades reduzidas de escolas, praças, postos de saúde, hospitais e qualidade de saneamento. Isso também é presente no bairro de Gramame, o qual tem seu perímetro cortado pela praia de Barra de Gramame.

3.2 Procedimentos da pesquisa

Esta é uma pesquisa descritiva, que utilizou um questionário semiestruturado baseado no trabalho de Carvalho (2016), contendo questões de natureza qualitativa e quantitativa. A aplicação ocorreu em dois momentos distintos: a primeira fase, piloto, entre os dias 20/06/2023 e 13/07/2023, e a segunda fase, entre 16/07/2024 e 31/07/2024, quando foram coletados os questionários finais utilizados nesta análise.

A coleta de dados deste trabalho ocorreu em quatro fases. A primeira consistiu em pesquisa bibliográfica sobre a BHRG, incluindo visitas a campo, reuniões com alunos do PIBIC, participação em palestras e monitoria da disciplina de economia ambiental. Na segunda fase, elaborou-se um questionário semiestruturado abordando diagnóstico socioeconômico, percepção e responsabilidade ambiental, consciência e comportamento ambiental, conhecimento do objetivo da pesquisa e disposição a pagar (DAP), resultando em

uma amostra de 101 observações. As respostas foram registradas utilizando escalas *Likert*, avaliando aspectos como preocupação ambiental, esforços individuais, empresariais e do poder público, práticas em contato com a natureza, consumo de produtos verdes e percepção sobre mudanças na BHRG. A terceira fase envolveu a aplicação dos questionários em campo, incluindo 58 pilotos e 101 finais, com seleção aleatória dos entrevistados. Por fim, na quarta fase, os dados foram tabulados, tratados, padronizados, transformado em logit e utilizados para a estimação do modelo no software *Stata* 14.

3.3 Método De Valoração Contingente: Modelo *Logit*

O Modelo de Avaliação Contingente (MAC) é um método usado para estimar o valor econômico dos ativos ambientais. Ele funciona através de pesquisas que simulam um mercado hipotético, solicitando que os participantes expressem quanto estariam dispostos a pagar (DAP) por uma determinada mudança ou benefício ambiental. Este trabalho se utiliza desde modelo para encontrar o valor da qualidade ambiental da BHRG e posteriormente utilizá-la na estimação do modelo *Logit*.

O modelo *Logit* é um modelo probabilístico inserido dentro da técnica de regressão que tem como princípio o estudo das análises preditivas, calculando a probabilidade de algo acontecer ou não, tendo seu uso pautado a partir da aparição de uma variável dependente binária, categórica ordenada ou categórica não ordenada (Smolski, 2019). Quanto aos seus tipos, ele pode ser dividido em: (i) modelo *Logit* multinomial; (ii) modelo *Logit* hierárquico e; (iii) modelo *Logit* binomial, sendo o último utilizado neste trabalho.

Perante o exposto, e considerando que o modelo *Logit* constitui uma ferramenta estatística valiosa (Smolski, 2019), optou-se por sua utilização neste trabalho, uma vez que se adequa ao objetivo central de realizar um exercício empírico de valoração econômica da BHRG, permitindo estimar a disposição a pagar pela preservação e melhoria da qualidade ambiental pelos agentes que vivem em seu entorno.

4 Análise dos resultados

4.1 Análise do diagnóstico socioeconômico e da percepção dos Entrevistados

O perfil socioeconômico da amostra revela aspectos importantes sobre os entrevistados acerca do setor sucroalcooleiro no entorno da BHRG. Mais de 60% dos 101 entrevistados se identificaram com o sexo feminino, enquanto 39% se declararam do sexo masculino. Tal resultado foi oposto ao encontrado por Silva (2022), onde mais de 50% da

amostra levantada pela autora declarava-se do sexo masculino, contra 48,1% sendo do sexo feminino.

Quanto à etnicidade, predominou a autodeclaração como branca entre os participantes (51%), seguida por 41% que se identificaram como pardos, 7% como pretos, e uma minoria como indígenas (1%) e amarelos (0%). podemos verificar que dos 101 entrevistados, 79% residem em João Pessoa, representando a maioria da amostra. A cidade de Alhandra corresponde a 9% dos participantes, enquanto os 12% restantes estão distribuídos entre os municípios de Conde, Cabedelo, Santa Rita, Caaporã e Guarabira.

Quanto ao grau de escolaridade, verifica-se que em média os entrevistados possuem 18,89 anos de estudos (arredondando, 19 anos de estudos). Verifica-se o predomínio de sujeitos com escolaridade superior não concluída (70%). Apenas 1% possui o ensino médio (ou 2º grau) incompleto, e menos de 5% possuem pós-graduação, MBA, mestrado ou doutorado. O resultado econométrico esperado diante da literatura apresentada, é que a variável escolaridade se relacione de maneira positiva com a percepção ambiental dos indivíduos sobre as possibilidades e oportunidades para o setor sucroalcooleiro assim como também com a DAP.

No que se refere à renda, a maior parte (35%) declarou ganhar até um salário mínimo (R\$1.412,00), enquanto apenas 2% possuem renda entre cinco e dez salários mínimos. Resultado esse que se mostrou semelhante aos alcançados por Silva (2023) e Fonseca e Brasil (2023) e oposto ao encontrado por Machado (2011)³, onde 12% dos indivíduos apontados na amostra do autor possuíam renda inferior ao salário mínimo.

Em relação à ocupação, 65% dos entrevistados são estudantes ou estão desempregados, 8% são funcionários públicos, 21% trabalham na iniciativa privada e 1% são aposentados/pensionistas. Tais resultados encontrados diferem dos levantados por Araújo (2002), em que os aposentados/pensionistas representavam 29,68% dos entrevistados, se sobressaindo aos desempregados/estudantes (23,31%). Mas, como exposto por Carvalho (2016) e Silva (2023), questões como o local de aplicação e cenário econômico no período em que a coleta foi realizada, podem interferir nos valores e ocasionar diferenças. No tocante à escolaridade, os achados indicam uma média de 18,89 anos de estudo (19 anos, aproximadamente), com desvio padrão de 5,14. Tal média indica a presença de um nível educacional elevado, o que faz-se compatível com a integração de indivíduos em cursos de nível superior, assim como com a conclusão de cursos de graduação e a inserção em programas de pós-graduação, mestrado, doutorado e

especialização. A escolaridade mínima registrada foi de 10 anos, o que pode representar um nível menor de instrução formal (2º grau incompleto ou 2º grau completo), enquanto a máxima chegou a 49 anos, valor esse que pode estar relacionado à presença de indivíduos com extensas trajetórias acadêmicas (profissionais da educação, mestres, doutores, etc).

Em relação ao rendimento acima da média, vale salientar que tais valores estatísticos encontrados referente à renda individual não correspondem com o valor obtido pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua conforme informado pelo IBGE (2025), onde a renda *per capita* para o estado da Paraíba em 2024 foi de R\$1.401,00. Sendo essa diferença possivelmente relacionada aos locais de aplicação dos questionários e também ao perfil dos indivíduos entrevistados, conforme também destacado por Carvalho (2016), Fonseca e Lira (2022) e Silva (2023).

No que se refere à autoavaliação dos entrevistados acerca da percepção e responsabilidade em relação às questões ambientais, o primeiro aspecto analisado foi a percepção individual sobre tais temas. Os resultados indicam que 2% dos respondentes consideraram sua percepção como nula, 12% a classificaram como baixa, 38% como média e 49% como alta. O que corrobora com os resultados observados por Silva (2023), onde o percentual de indivíduos engajados com questões ambientais ultrapassou os 35%, contra 0,5% que não possuía interesse em questões ambientais.

O amadurecimento dos indivíduos e das empresas com as questões ambientais, assim como ressaltado por Scott e Thomas (2016) e Pombo (2008), contribuem com o modo como impactos ambientais são entendidos e percebidos por essas. Além disso, o fácil acesso às informações através das mídias digitais, a existência de ferramentas como a ISO 14.001, créditos de carbono, e a presença de organizações não governamentais e os movimentos sociais, como o Rio Gramame Quer Viver em Águas Limpas, contribui significativamente para a criação de uma consciência ambiental coletiva mais crítica e engajada com tais causas.

Em relação ao esforço pessoal dedicado à conservação do meio ambiente, 1% dos entrevistados consideraram sua contribuição como nula. Outros 16% classificaram seu esforço como baixo, 58% avaliaram que atuam dentro da média nesse aspecto e 25% afirmaram se esforçar significativamente, indicando um nível elevado de comprometimento (58%).

No que se refere a análise da consciência e do comportamento ambiental dos

entrevistados, isto é, a frequência com que a amostra participa de atividades em contato com a natureza, como trilhas, acampamentos e esportes aquáticos. De modo geral, 45% dos respondentes consideram mediana a frequência com que realizam essas atividades, enquanto 5% afirmam não participar de nenhuma prática que envolva contato direto com o meio ambiente. Sobre a realização de visitas a espaços naturais, 39% dos respondentes relatam a frequência moderada a locais como parques, zoológicos, praças e praias. Já 28% dos respondentes relataram frequentá-los com baixa regularidade, enquanto 34% afirmaram realizar essas visitas com frequência.

Os dados relacionados à preferência dos entrevistados em consumir produtos que sejam considerados ecologicamente corretos, mostrou que 39% dos entrevistados manifestam uma preferência mediana pelos bens, 34% realizam esse consumo com alta frequência, enquanto 28% com baixa frequência de aquisição. A variável prática de apoio financeiro a organizações com fins de proteção ambiental demonstrou baixa adesão entre os entrevistados, com 54% indicando realizá-la com pouca frequência e sendo essa a maioria.

Além disso, 26% afirmaram não contribuir financeiramente com tais instituições, enquanto apenas 6% relataram realizar esse apoio com alta frequência. O consumo de alimentos sem agrotóxicos, 41% dos entrevistados costumam realizar tal consumo em frequência baixa seguidos de 40% que consomem com uma regularidade mediana. Os resultados quando comparados ao de Fonseca e Brasil (2023) mostraram-se contraditórios. Os autores relatam em seu estudo que 65,51% dos entrevistados apresentam uma falta de interesse em contribuir financeiramente com organizações que buscam preservar e proteger o meio ambiente e 31,03% realizavam um baixo consumo de alimentos que não contenham agrotóxicos. Quando questionados sobre o conhecimento da origem da água que abastece o município, 40% dos entrevistados afirmaram saber de onde provém a água, enquanto 54% indicaram não ter essa informação.

Dos 101 indivíduos entrevistados, 36% acreditam que a água vem da BHRG e 7% defendem que o abastecimento é fruto da CAGEPA, os outros 3% dividem-se, respectivamente, entre a crença que todo o abastecimento é gerado pelo Rio Tibiri localizado no município de Santa Rita-PB, já que o rio representa 70% do abastecimento do município (Silva, Pereira e Moraes, 2020), e os que acreditam que a água é captada dos poços artesianos. No entanto, o cenário se inverte quando se trata do conhecimento sobre a BHRG. Nesse caso, 40% dos entrevistados afirmaram conhecer a BHRG, enquanto 60% declararam não ter esse conhecimento.

Enquanto 73% dos entrevistados afirmam a não existência de problemas ambientais na região da Bacia, ao avaliarem os danos ambientais à qualidade do local ocasionados pelo processo produtivo do setor sucroalcooleiro no entorno da BHRG, 85% dos entrevistados reconhecem a presença. A diferença pode estar relacionada ao fato de os entrevistados não entenderem o cultivo da cana-de-açúcar como algo ecologicamente prejudicial - talvez devido à falta de conhecimento de como dar-se o processo de plantio ou devido à baixa divulgação dos danos gerados por ele tendendo a expressar uma certa percepção de aceitação dos prejuízos causados pelo cultivo da cana-de-açúcar, como o uso de fertilizantes, gerando uma ideia de normalização e aceitação dentro da sociedade. Mas o que se opõe ao fato verificado na resposta de cerca de 60% dos entrevistados ao caracterizar o etanol como um combustível menos agressivo ao meio ambiente do que a gasolina.

No que tange a DAP dos indivíduos que compõem a amostra, 50% dos entrevistados apresenta disposição a pagar pela melhora da qualidade ambiental da BHRG, ao mesmo tempo que 50% não demonstra interesse em pagar. Entre os que demonstram interesse em pagar, nota-se que quanto maior o lance menor a manifestação de indivíduos interessados em pagar o valor, o que expressa uma lógica similar à da função da demanda a qual faz parte da Lei da Oferta e da Demanda. Ou seja, quanto menor o valor a ser pago pela preservação da Bacia, maior será a quantidade de agentes dispostos a pagar por ela, mas quando o preço pela preservação aumenta, a DAP tende a diminuir consideravelmente como observado na tabela. Tal lógica também foi percebida pelos autores Fonseca e de Lira (2022), Fonseca e Brasil (2023) e Silva (2023). Por fim, dos 101 participantes 50% não aceitaram pagar pela preservação da BHRG. Fato esse que reforça a comportamento do *free rider*, já que os indivíduos não dispostos a pagar seriam beneficiados igualmente pelo pagamento realizado por todos os indivíduos que concordaram com o pagamento. Resultado esse também sendo percebido por Fonseca e Brasil (2023).

4.2 Modelo estimado *Logit*

Na Tabela 1 são apresentados os determinantes da probabilidade da variável DAP simulada, tendo como variáveis explicativas o valor monetário por um dado imposto o qual o indivíduo estaria disposto a pagar (LANCE), o grau de escolaridade do indivíduo (ESC), o apoio financeiro a organizações com fins de proteção ambiental (AFOFPA) e a

consideração do etanol como sendo um combustível menos poluente que a gasolina (CECMP). As demais variáveis coletadas pela aplicação dos questionários (totalizando 31 variáveis ao todo) foram utilizadas na pesquisa, mas não se enquadram no modelo de acordo com o critério *spetwise*.

Tabela 1 – Modelo Logit – Estimação da DAP

Logistic regression	Number of obs	=	101	LR chi2(4)	=	28.14
				Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -55.933314				Pseudo R2	=	0.2010
				ROC curve	=	0.7875
DAP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
LANCE	.7119703	.903979	0.79	0.431	-1.059796	2.483737
ESC	-1.198237	.5436904	-2.20	0.028	-2.263851	-.1326239
AFOFPA	1.857155	.5937507	3.13	0.002	.6934247	3.020885
CECMP	2.225878	.543818	4.09	0.000	1.160014	3.291742
_cons	-3.040574	1.145291	-2.65	0.008	-5.285303	-.7958459

Fonte: Elaboração própria a partir da estimação realizada pelo software STATA14.

Assim, com base no critério *spetwise* descrito por Alves, Lotufo e Lopes (2013) como sendo o método de combinação que seleciona as variáveis independentes que influenciam a variável dependente reduzindo, assim, o número de variáveis que compõem o modelo de regressão. A seleção é realizada a partir da adição (*forward*) e da remoção de variáveis (*backward*) respeitando os critérios. No presente trabalho, o parâmetro utilizado para definir a escolha das melhores variáveis foi o teste Z. Para escolha do melhor modelo *logit* DAP as variáveis LANCE, ESC, AFOFPA, CECMP foram necessárias quatro interações para que se chegasse ao melhor modelo.

A priori o teste de verosimelhança *LR test*, tendo sua hipótese nula (H0) fundamentada sob a ideia onde todas as variáveis independentes são iguais a 0, desvela na Tabela 1 que o modelo é estatisticamente significativo tendo seu LR chi2 (4) = 28,14 rejeitando assim, H0. Observa-se que a área da curva ROC - *Receiver Operating Characteristic Curve* (AUR) associada ao modelo apresenta uma boa capacidade de prever a presença da DAP no modelo (78,75%). Assim, para identificar a intervenção de cada variável independente sobre a variável dependente, em termo de razão de chances

(*odds ratio*) é estimado o modelo *Logistic*. Os resultados apresentados na Tabela 2 a seguir mostram todas as razões de chances para a DAP.

O *Pseudo R2*, também chamado de *R2* de Mcfadden, é utilizado para modelar o ajuste dos dados ao modelo. Revela que 20,1% das variações da DAP podem ser explicadas pelas variáveis independentes do modelo. Valor este relativamente baixo, mas dentro do previsto por Gujarati (2011) onde afirma que o *Pseudo R2* apresenta valores baixos no modelo *Logit*.

A análise da significância individual de cada um dos parâmetros estimados é realizada através do Teste Z, onde é verificada a existência do efeito significativo das variáveis x sobre a variável y. Onde um p-valor menor que 0,05 indica que a variável explicativa influencia significativamente a variável x. Com base no exposto, tem-se que as variáveis ESC, AFOFPA e CECMP foram estatisticamente significativas.

Tabela 2 – Razão de chances

Number of obs = 101 LR chi2 = 28.14						
Prob > chi2 = 0.0000 Log likelihood = -55.933314 Pseudo R2 = 0.2010						
DAP	Odds Ratio	Std. Err.	z	P > z	[95% Conf.	Interval
LANCE	2.038003	.2038003	0.79	0.431	.3465265	11.98597
ESC	.3017256	.1640453	-2.20	0.028	.1039494	.8757945
AFOFPA	6.405486	3.803262	3.13	0.002	2.000555	20.50943
CECMP	9.261611	5.036631	4.09	0.000	3.189979	26.88966
_cons	.0478074	.0547534	-2.65	0.008	.0050655	.4511994

Fonte: Elaboração própria a partir da estimação realizada pelo software STATA14.

Verifica-se, portanto, que a variável LANCE apresenta um coeficiente positivo, embora não significativo ao nível de 5%. A ESC relaciona-se, respectivamente, de forma positiva e de forma inversa com a DAP, onde um aumento na variável explicativa ESC motiva uma redução na probabilidade de a DAP acontecer. Isto é, o aumento em 1 ano de estudo, mantendo as demais variáveis constantes, promove uma queda nas chances (*odds*) do indivíduo em aceitar pagar reduz essa em 0,301 vezes. Ou seja, a cada um ano acrescido de estudo, ocorre uma redução $(1 - 0,3017) \times 100 = 69,83\%$ de acontecer o pagamento pela preservação da BHRG, contrapondo a lógica de que uma maior escolaridade

resultasse em uma maior disposição a pagar por iniciativas ambientais, de acordo com Silva (2023).

Um fator que pode explicar essa relação é o pensamento crítico mais desenvolvido entre indivíduos mais escolarizados, o que os leva a questionar a efetividade e a gestão dos recursos destinados a tais ações. Além disso, a crença de que a responsabilidade ambiental cabe ao Estado e às grandes corporações pode reduzir ainda mais a DAP dos agentes. A influência direta da escolaridade sobre o apoio às políticas de mitigação dos GEE e o engajamento da população em iniciativas sustentáveis, como a adoção de biocombustíveis em substituição às fontes energéticas petroquímicas, e a participação em programas de compensação de emissões como os créditos de carbono, é impactada de forma negativa de acordo com este resultado.

Cabe destacar ainda, diante dos resultados expostos nas Tabelas 10 e 11, as variáveis AFOFPA e CECMP apresentam significância para explicar a $DAP = 1$, tendo p-valor menor que 0,05 e os sinais esperados de acordo com literatura apresentada. A AFOFPA, por sua vez, apresenta um coeficiente com significância positiva e um p-valor menor que 0,05 (1,8571; $p = 0,002$), onde uma variação na AFOFPA aumenta as chances de a DAP ser igual a 1, indicando uma pré-disposição a investir recursos em causas ambientais, abrindo espaço para possibilidades e oportunidades de financiamento verde, como a compra de créditos de carbono por consumidores ou por empresas que apresentem uma preocupação por causas ambientais.

Por fim, a CECMP possui um coeficiente altamente significativo e positivo (2,2258 ; $p = 0,000$) sendo seu impacto sobre a DAP mais relevante do que o da AFOFPA, também positiva. Sinalizando uma percepção ambiental favorável às alternativas energéticas sustentáveis, como o etanol, que apresentam uma interferência ambiental reduzida em relação aos derivados fósseis. Além disso, essa relação se conecta diretamente à lógica do crédito de carbono, uma vez que a utilização de combustíveis menos poluentes favorece a mitigação das emissões, possibilitando a geração de créditos de carbono negociáveis e incentivando economicamente práticas mais sustentáveis.

Constata-se que a matriz de confusão para o modelo estudado apresenta uma acurácia total satisfatória, comprovando que o modelo foi capaz de acertar 70,30% de todas as previsões realizadas. Na predição dos casos positivos (a existência da $DAP = 1$), o modelo obtém um desempenho de 76,92% alegando uma boa confiança nas previsões

positivas. Já o valor das previsões negativas é de 66,13%, indicando uma interpretação razoável quando a $DAP = 0$. Em suma, os resultados apontam para um relevante potencial diagnóstico do modelo estimado.

O método Krinsky-Robb (1986) usado para estimar os valores da DAP individual a qual corresponde a R\$6,58, que multiplicado por 12 meses, resultou em um valor anual de R\$85,54, por residência (Tabela 3).

Tabela 3 – Estimativas da DAP representativa a partir do estimador Krinsky-Robb (1986)

Estimativa da DAP	
Média da DAP	6,58
Limite inferior da média da DAP	2,46
Limite superior da média da DAP	.
Intervalo de confiança	.

Nota D: Estimativa obtida com 1000 replicações.

Fonte: Elaboração própria a partir da estimação realizada pelo software STATA14.

Considerando que 50% dos entrevistados aceitaram os lances propostos, o número de domicílios pagantes foi estimado em 522.462, tomando como base a população dos sete municípios banhados pela BHRG, que corresponde a 1.044.924 residências. Em suma, o valor econômico total anual estimado para os benefícios ambientais oferecidos pela BHRG foi de R\$44.691.399,50. Tais resultados reforçam a viabilidade econômica da preservação ambiental, onde a valoração de ecossistemas tende a ser incorporada como uma possibilidade de estratégia de compensação ambiental. A presença de um limite inferior positivo reforça a robustez estatística da estimativa, mesmo diante de possíveis variações individuais.

Contrastando o valor da DAP média encontrado com estudos anteriormente realizados por outros autores, ocorreu que Fonseca e de Lira (2022) em seu estudo relacionado ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como sendo uma proposta para BHRG, atingiram uma DAP média individual de R\$4,89 aproximando-se do resultado dessa pesquisa. Já Machado (2011) chegou a uma DAP de R\$3,07 pela valoração dos recursos hídricos ofertados pelo Ribeirão do Feijão-MG, resultado esse que

também valida a DAP média estimada no presente trabalho.

Silva (2023) tomando como base o exposto por Machado (2011) em seu estudo, defende o fato que a arrecadação da DAP poderia ser destinada ao financiamento de proteção a Bacia, seja através de compensação financeira para os produtores cessem atividades com um alto teor de danos ambientais, do incentivo aos produtores que adotam práticas mais sustentáveis visando a preservação de áreas previamente entendidas como bens públicos, como é o caso da BHRG.

5 Considerações finais

Esta pesquisa tem por objetivo realizar um exercício empírico de valoração econômica da BHRH com o objetivo de capturar a disposição a pagar por qualidade ambiental dos agentes que vivem no entorno da BHRG. Para isso, o trabalho fez uso de uma pesquisa *in loco* com aplicação de questionários semiestruturados e análise através do método de avaliação contingente e modelo *Logit*.

Nota-se que dos 101 indivíduos entrevistados 49% apresenta uma alta percepção com questões ambientais, 25% esforça-se com uma frequência elevada para preservar o meio ambiente, mas que tal cenário é oposto quando tratada a percepção dos entrevistados sobre o esforço da sociedade, das empresas e do poder público, sendo eles respectivamente, 10%; 7% e 5% para o mesmo grau de frequência. Evidenciando a presença da EFA onde na medida em que os indivíduos valorizam suas próprias ações como sendo motivadas por responsabilidade e consciência ambiental (atribuições situacionais), subestimam ou desconsideram o engajamento dos outros (sociedade, empresas e poder público), atribuindo a suposta falta de esforço a traços negativos, como descaso desses com questões ambientais ou irresponsabilidade (atribuições internas). Essa discrepância é típica do EFA, onde há uma inclinação para julgar os outros mais severamente do que a si mesmo, ignorando os contextos e desafios enfrentados por diferentes agentes sociais.

Sobre o pagamento dela preservação da Bacia, 50% da amostra concordou com os valores propostos sendo sugerida através da estimação do modelo *Logit* uma renda de R\$44.691.399,50 total anual considerados os 1.044.924 habitantes residentes dos sete municípios (João Pessoa, Santa Rita, Conde, Alhandra, Pedras de Fogo, Cruz do Espírito Santo e São Miguel de Taipu), esses banhados pela BHRG.

Entre os respondentes que se posicionaram contra o pagamento pela preservação

ambiental, 44% afirmaram que essa responsabilidade deve ser exclusivamente do governo. Tal posicionamento evidencia a presença do comportamento conhecido como *free rider* (oportunista), no qual o indivíduo reconhece a importância de determinado bem ou serviço, neste caso, a preservação ambiental da Bacia, mas espera que outros assumam os custos associados, beneficiando-se passivamente dos esforços alheios sem contribuir diretamente para a causa (Friedman, 2002). O fato de a BHRG ser caracterizada como um bem público, apresentando características de não rivalidade e não exclusividade, impacta em uma maior dificuldade para valorar a mesma economicamente fazendo com que a utilização de métodos para tal seja necessária.

No que tange ao modelo *Logit*, foram encontradas as seguintes variáveis com significância estatística: ESC, AFOFPA e CECMP. Em geral, os resultados obtidos mostraram-se dentro do esperado de acordo com a literatura que embasou a análise esperada da influencia das variáveis utilizadas para se estimar a DAP. No entanto, ao contrário do observado por Silva (2023) em seu trabalho, a variável escolaridade não apresentou o efeito esperado sobre a disposição a pagar dos indivíduos. Levando ao baixo interesse dos agentes dada a elevação do nível de instrução formal deste. Já o a variável LANCE é capaz de explicar a DAP, reforçando.

A impossibilidade de obter os valores completos para o intervalo de confiança da variável DAP pode ter sido causada pelo tamanho da amostra o que não possibilitou encontrar o modelo com as variáveis ESC AFOFPA e CECMP juntas e nem separadas. Em futuras análises, seria interessante expandir a amostra, verificar a normalidade dos dados, analisar literaturas que apresentem mais técnicas de correção para tal situação visando melhorar a precisão dos resultados.

Referências

- ALVES, Lucas Vitorino et al. Eficiência energética ambiental na produção de etanol no setor sucroalcooleiro da Paraíba. 2020.
- ALVES, Marleide F.; LOTUFO, Anna Diva P.; LOPES, Mara Lúcia M. Seleção de variáveis stepwise aplicadas em redes neurais artificiais para previsão de demanda de cargas elétricas. Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 1, n. 1, 2013.
- ARAÚJO, A. F.V. (2002). Valoração Ambiental: Uma Aplicação do Modelo Logit para a Avaliação Monetária do Jardim Botânico da Cidade de João Pessoa.
- BALBINO, Luiz Carlos et al. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável, v. 2, p.

11-18, 2012.

BARBOSA, Maria de Fátima Nóbrega et al. Práticas ambientais, competitividade e sustentabilidade: um estudo exploratório em empresas do setor sucroalcooleiro no município de Pedra de Fogo-PB. 2010.

BARRETO, L.V; FREITAS, A.C.S; PAIVA, L.C. (2009). Sequestro de Carbono.

BARRETO, Luciano Vieira; FREITAS, Andréia Cristina Santos; PAIVA, Lígia Cardoso. Sequestro de carbono. Enciclopédia Biosfera, v. 5, n. 7, 2009.

BECK, Ulrich. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. Inclui entrevista inédita com o autor. São Paulo: Editora 34, 2010.

BELINKY, Aron. Seu ESG é sustentável?. GV-EXECUTIVO, v. 20, n. 4, 2021.

BOMFIM, Eudes Oliveira et al. Sustentabilidade hidroambiental de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame no Estado da Paraíba, Brasil. Sociedade & Natureza, v. 27, n. 3,

p. 453-468, 2015.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e altera as Leis nº 8.212, de 24 de julho de 1991, e nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021. Disponível em: : https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14119.htm . Acesso em: 28 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm . Acesso em: 13 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Serviços Ecosistêmicos. Brasília: MMA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos> . Acesso em: 28 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviços ecossistêmicos. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos/servicos-ecossistemicos-1/servicos-ecossistemicos> . Acesso em: 28 fev. 2025.

CALLAN, Scott; THOMAS, Janet. Economia ambiental: Aplicações, políticas e teoria. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CARVALHO, Fernanda. Quanto vale o meio ambiente? Mata Nativa, 19 mar. 2020. Disponível em: . Acesso em: 13 abr. 2025.

CARVALHO, P.S.A. (2016). Ensaios em Economia Ambiental.

CLAUDINO, C. M. A. et al. (2021). Caracterização Física da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-PB Utilizando SIG.

COGIC – Coordenação-Geral de Infraestrutura dos Campi. Semana da Qualidade – Aspecto e Impacto Ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 31 out. 2022. Disponível em: <https://www.cogic.fiocruz.br/2022/10/semana-da-qualidade-aspecto-e-impacto-ambiental/> .

Acesso em: 27 abr. 2025.

COLARES, Ana Carolina Vasconcelos; MATTAR, Patrícia. Produtos verdes: Análise das características potencialmente influenciadoras dos consumidores sustentáveis. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Boletim da safra de cana- de-açúcar – 4º levantamento, safra 2025/26. Brasília: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cana-de-acucar/arquivos-boletins/1o-levantamento-safra-2025-26/boletim-cana-de-acucar-4o-levantamento-2025-26>. Acesso em: 6 maio 2025.

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. Gestão ambiental. Disponível em: . Acesso em: 30 abr. 2025.

CORDEIRO, Luiz A. M.; GALERANI, Paulo R.; DOSSA, Derli; DO AMARAL, Denise D. Revista Plantio Direto, p. 14-17, jan/fev. de 2010. Disponível em:< <https://www.plantiodireto.com.br/storage/files/121/3.pdf> >. Acesso em: 11 de maio de 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Câmara garante créditos de carbono aos produtores de cana- de-açúcar. Rádio Câmara, 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/radio/programas/1107632-camara-garante-creditos-de-carbono-aos-produtores-de-cana-de-acucar/> . Acesso em: 27 abr. 2025.

DA SILVA, Mellissa AS; GRIEBELER, Nori P.; BORGES, Lino C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, p. 108-114, 2007.

DANTAS, Leiliam Cruz; GUIMARÃES, Luiz Eduardo Cid; RAQUEL, A. B. Inovação e conhecimento nas pequenas empresas do setor sucroalcooleiro: o caso dos engenhos de cana- de-açúcar do Brejo Paraibano. ENEJEP, Fortaleza, CE. ABEPRO, p. 1-9, 2006.

DE AQUINO LIMA, Felipe et al. Revisão sobre a toxicidade e impactos ambientais relacionados à vinhaça, efluente da indústria sucroalcooleira. Cadernos UniFOA, v. 11, n. 32, p. 27-34, 2016.

FARIAS, Carlos H. de A. et al. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Engenharia agrícola e ambiental, v. 12, p. 356-362, 2008.

FONSECA, M.B.; DE LIRA, G.S. (2022). Pagamento por Serviços Ambientais (PSA): Uma Proposta para Bacia Hidrográfica do Rio Gramame.

FONSECA, M.B; BRASIL, A.R.S.(2023). Valoração da qualidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame.

FRIEDMAN, L.S. The microeconomics of public policy analysis. New Jersey: Princeton University Press, 2002.

FURLAN, M. (2008). A Função Promocional Direito no Panorama das Mudanças Climáticas: A Ideia de Pagamento por Serviços Ambientais e o Princípio do Protetor-Recebedor.

G1 PARAÍBA. Vazamento de soda cáustica em rio da PB foi negligência operacional, conclui Ibama. G1, 26 abr. 2025. Disponível em:

<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/vazamento-de-soda-caustica-em-rio-da-pb-foi-negligencia-operacional-conclui-ibama.ghtml>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GALO DA MADRUGADA. Galo da Madrugada anuncia iniciativas socioambientais e de inclusão para o Carnaval 2025. Galo da Madrugada, 2025. Disponível em:

<https://www.galodamadrugada.com.br/galo-da-madrugada-anuncia-iniciativas-socioambientais-e-de-inclusao-para-o-carnaval-2025/>. Acesso em: 28 fev. 2025.

GOUVELLO, C. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Brasília: Banco Mundial, 2010.

GREMAUD, Amaury Patrick et al. Manual de Economia. São Paulo: Saraiva, 2004.

GUJARATI, Damodar N., PORTER, Dawn C., Econometria Básica. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2011.

História da Paraíba: lutas e resistência. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE divulga rendimento domiciliar per capita 2024 para Brasil e unidades da Federação. Agência de Notícias IBGE, Rio de Janeiro, 19 mar. 2024. Disponível em: . Acesso em: 1 maio 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Página inicial.

Disponível em: <https://matanativa.com.br/valor-do-meio-ambiente/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

KLEINMAN, Paul. Tudo o Que Você Precisa Saber Sobre Psicologia. São Paulo: Editora Gente, 2015.

LYRA, Marília RCC; ROLIM, Mário M.; SILVA, José A. Topossequência de solos fertigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, p. 525-532, 2003.

MACHADO, F. H. (2011). Valoração Econômica dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Manancial do Ribeirão do Feijão - São Carlos, SP.

MASTELLA, A.D.F. Educação Ambiental e Recursos Hídricos: Um Olhar Sobre Santa Maria

- RS, 2010.

MCT, Ministério da Ciência e Tecnologia. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. v.1. Brasília: MCT, 2010.

MEIRA, Yasmim Cristina Leiros. Impacto das mudanças climáticas na demanda de água para irrigação da cana-de-açúcar na Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-PB. 2017.

MOREIRA, E. I. et al. (2010). Estruturação do Território Municipal Paraibano: Na Busca das Origens.

NETO, F.M. (2014). Potencial Poluidor e Risco Ambiental dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, Paraíba, Brasil.

NEVES, Lude Marieta Gonçalves dos Santos; IGLESIAS, Fabio. Pontualidade do professor: atribuições causais de alunos em sala. Arquivos Brasileiros de Psicologia, v. 67, n. 3, p. 62- 74, 2015.

PETSA. Importância das macrófitas aquáticas na engenharia sanitária e ambiental, 2020. Disponível em: . Acessado em: 7 de março de 2025.

PIGOU, Arthur Cecil, The Economics of Welfare (4th ed). London: Macmillan, 1932.

PINHEIRO, P.; PAIXÃO, A. Quando a desterritorialização vem do rio: A poluição do Rio Gramame na comunidade quilombola de Mituaçu, PB [When deterritorialization comes from the river: The pollution of the Gramame River in the quilombola community of Mituaçu, PB]. *Vivência: Revista de Antropologia*, v. 1, n. 53, p. 15-34, 2020.

POMBO, Felipe Ramalho; MAGRINI, Alessandra. Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil. *Gestão & Produção*, v. 15, p. 1-10, 2008.

QUEIROZ, Claudia Nascimento de. Avaliação de mecanismos participativos em torno da cobrança pelo uso da água: o caso do setor sucroalcooleiro da Paraíba. 2008.

SALES, Érika Gonçalves et al. Impacto das culturas da cana-de-açúcar e do abacaxi nas propriedades hidrodinâmicas do solo da Bacia do Rio Gramame-PB. 2013.

SILVA, A. L.; PEREIRA, N. F.; MORAIS, S. A. Avaliação da vulnerabilidade ambiental à susceptibilidade erosiva no alto curso da sub-bacia do rio Tibiri, Santa Rita-PB. *Anais XV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, 2020.

SILVA, Guilherme Veloso et al. Perfil socioeconômico de cortadores de cana-de-açúcar no município de Juripiranga (Paraíba-Brasil). *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 1, n. 2, 2020.

SILVA, L. B. (2023). Percepção Ambiental dos Agentes Econômicos Acerca da Poluição da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame.

SILVEIRA, Renata Nayara Câmara Miranda. Curso de manejo e cuidados no uso da vinhaça na fertirrigação (4h). Fortaleza, CE: Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada, 2016.

SINDÁLCOOL. Informativo mensal – Setembro de 2023. João Pessoa: Sindicato da Indústria de Fabricação do Alcool no Estado da Paraíba, 2023. Disponível em: <https://sindalcool.com.br/wp-content/uploads/2023/11/Sindalcool-Informativo-set-2023-1.pdf>. Acesso em: 9 maio 2025.

SMOLSKI, Eduardo. Regressão logística. Cerro Largo: UFFS, 28 ago. 2019. Disponível em: <https://smolski.github.io/livroavancado/reglog.html> . Acesso em: 6 abr. 2025.

SOUZA, Isabella Cancela Christo de; OLIVEIRA, Jeniffer Souza de; KONO, Larissa Giovanna; SILVA, Letícia Beatriz da. Venda de crédito de carbono a partir de propriedades agrícolas. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Agropecuária) – Etec Benedito Storani, Centro Paula Souza, Jundiaí, 2021.

TRENNEPOHL, Natascha. Mercado de Carbono e Sustentabilidade: Desafios regulatórios e oportunidades. São Paulo: Saraiva, 2022.

VIAN, Carlos E. F.; BELIK, Walter. Os desafios para a reestruturação do complexo agroindustrial canavieiro do Centro-Sul. *Economia, Niterói*, v. 4, n. 1, p. 153-194, jan./jun. 2003.