



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



**Erik Guilherme Pereira**

INVASÕES BIOLÓGICAS EM UMA ÁREA PROTEGIDA: O CASO DA ALGAROBA  
(*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) NA TERRA INDÍGENA PANKARARU-PE.

São Carlos–SP  
2024

**Erik Guilherme Pereira**

**INVASÕES BIOLÓGICAS EM UMA ÁREA PROTEGIDA: O CASO DA  
ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) NA TERRA INDÍGENA  
PANKARARU-PE.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Departamento de Ciências Ambientais da  
Universidade Federal de São Carlos como  
parte dos requisitos para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dr<sup>a</sup>. Adriana Maria Zalla  
Catojo

**Coorientador:** Prof. Dr. Sérgio Henrique  
Vannucchi Leme de Mattos

São Carlos–SP  
2024

## RESUMO

Este trabalho investigou a invasão da espécie exótica algaroba (*Prosopis juliflora*) em uma Terra Indígena, focando nos impactos dessa invasão em termos de mudanças no uso e ocupação das terras, bem como as implicações ecológicas e socioeconômicas decorrentes. A pesquisa começou com uma caracterização detalhada da área de estudo, envolvendo a análise de suas condições ambientais e socioeconômicas, o que permitiu compreender o contexto em que a invasão ocorreu. Em seguida, foram coletados dados por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento, técnicas que se mostraram cruciais para identificar as áreas mais afetadas pela expansão da algaroba. O estudo prosseguiu com a classificação supervisionada das imagens, permitindo mapear com precisão a distribuição da algaroba nas áreas estudadas. A partir desses dados, foi realizada uma análise comparativa das mudanças no uso e ocupação das terras no período de 1985 a 2022, evidenciando a substituição de ecossistemas nativos por áreas dominadas pela algaroba. Esses resultados destacam a magnitude da invasão e os seus efeitos sobre a biodiversidade local, incluindo a redução de espécies nativas e a alteração das funções ecossistêmicas. Além disso, o trabalho explorou as consequências socioeconômicas da invasão, analisando como a presença da algaroba afeta atividades agrícolas, pecuárias e o sustento das comunidades locais. A pesquisa também discutiu os desafios enfrentados na implementação de estratégias de manejo e controle dessa espécie invasora, sugerindo a necessidade de políticas públicas e ações de conservação mais eficazes. Conclui-se que a invasão da algaroba representa uma ameaça significativa para a conservação dos ecossistemas naturais e para a sustentabilidade das atividades econômicas nas regiões afetadas, exigindo intervenções imediatas para mitigar seus impactos.

**Palavras-chave:** Invasões Biológicas, Geoprocessamento, Algaroba, Terra Indígena Pankararu.

## ABSTRACT

This study investigated the invasion of the exotic species *Prosopis juliflora* (algaroba) in an Indigenous Land, focusing on the impacts of this invasion on land use and land cover changes, as well as the resulting ecological and socioeconomic implications. The research began with a detailed characterization of the study area, including analyses of its environmental and socioeconomic conditions, which helped to contextualize the invasion process. Data were collected through remote sensing and geoprocessing, techniques that proved crucial for identifying the areas most affected by the spread of *P. juliflora*. Supervised classification of satellite images enabled the accurate mapping of the species' distribution across the study area. Based on these data, a comparative analysis of land use and land cover changes between 1985 and 2022 was carried out, highlighting the replacement of native ecosystems by algaroba-dominated areas. The findings underscore the magnitude of the invasion and its impacts on local biodiversity, including the decline of native species and the alteration of ecosystem functions. Furthermore, the study examined the socioeconomic consequences of the invasion, analyzing how the presence of algaroba affects agricultural and livestock activities, as well as the livelihoods of local communities. It also addressed the challenges associated with managing and controlling this invasive species, stressing the need for more effective public policies and conservation measures. The study concludes that the invasion of *P. juliflora* represents a significant threat to the conservation of natural ecosystems and to the sustainability of economic activities in the affected regions, demanding immediate interventions to mitigate its impacts.

**Keywords:** Biological Invasions, Geoprocessing, *Prosopis juliflora*, Pankararu Indigenous Land.

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>9</b>
3.1 Caracterização da área de estudo	
3.2 Levantamento de dados	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>12</b>
4.1 Identificação inicial das principais áreas com invasão de algaroba	12
4.2 Classificação supervisionada das áreas com algaroba	15
4.3 Mudanças no uso e ocupação das terras	15
4.4 Questionário aplicado aos moradores da TI Pankararu	19
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>22</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa quase metade da América do Sul e é o país com a maior diversidade de espécies no mundo, segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2024). São mais de 116.000 espécies animais e 46.000 espécies vegetais conhecidas no país (MMA, 2024). Toda essa biodiversidade é muito importante para a manutenção das atividades dos ecossistemas locais e da vida na Terra. Visando conservar o máximo possível dessa biodiversidade, foram criadas as chamadas Áreas Protegidas (AP), que protegem ainda os valores culturais e os serviços ecossistêmicos proporcionados por essas áreas (MEA, 2005; DUDLEY, 2008; BENSUSAN, 2006). Dentre as categorias de AP estão compreendidas as Terras Indígenas (TI). A TI pode ser definida como:

(...) uma porção do território nacional, de propriedade da União, habitada por um ou mais povos indígenas, por ele(s) utilizada para suas atividades produtivas, imprescindível à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e necessária à sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições. (ISA, 2024)

Conforme levantamento feito pelo Instituto Socioambiental (ISA, 2024) existem 728 TI no Brasil em diferentes fases do procedimento demarcatório, das quais 487 estão homologadas e reservadas. Essas reservas hoje concentram grande biodiversidade e são responsáveis pela sua conservação, funcionando também como barreira para o desmatamento. Entretanto, devido a fortes ações antrópicas, algumas hoje sofrem com impactos ambientais que podem colocar toda essa diversidade biológica em risco e, posteriormente, esse processo refletirá sobre a cultura desses povos tradicionais. Um exemplo dos impactos a que estão sujeitas essas áreas protegidas ocorre na TI Pankararu, habitada pelo povo Pankararu, localizada nos municípios de Tacaratu, Petrolândia e Jatobá, em Pernambuco. A TI Pankararu está situada em região de caatinga do submédio São Francisco, ambiente de fitofisionomia de savana estépica (ISA, 2024). A região possui muitas serras e por esse motivo a caatinga nessa região é denominada “brejo de altitude”, de onde surgem muitas nascentes e outros corpos d’água. Os brejos de altitude são ilhas de floresta úmida situadas na região semiárida, cercadas por vegetação de caatinga. Essas áreas excepcionais destacam-se como ecossistemas singulares dentro do contexto do nordeste semiárido (PORTO; CABRAL; TABARELLI, 2004). Entretanto, em algumas épocas do ano o nível de pluviosidade diminui muito, o que levou órgãos locais à implantação de projetos que visassem resolver problemas ocasionados durante o período de longa estiagem (PEGADO et al., 2006). Contudo, algumas dessas iniciativas ocasionaram problemas ambientais sérios, como a

degradação ambiental, e mais do que isso, a introdução de espécies exóticas, como, por exemplo, a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). Segundo consulta ao FLORA E FUNGA do Brasil (2024), essa planta pertence à família Fabaceae e é representada por árvores ou arbustos altos, com copas de ramos pêndulos, armados com espinhos geminados ou solitários na base de cada folha. O caule é marrom-escuro, e os ramos foliares têm indumento pubescente a ciliado. Suas folhas são bipinadas, com folíolos oblongo-elípticos, margens inteiras, base arredondada e ápice agudo, podendo ser glabros ou ciliados. As flores são branco-esverdeadas, em racemos espiciformes axilares, com cálice campanulado e estames brancos. Os frutos são alongados, subfalcados, comprimidos, glabros, de ápice acuminado e margens paralelas, de coloração amarela. Segundo (RIBASKI et al., 2009), a espécie foi introduzida para cultivos de forragem e madeira em algumas regiões do Brasil e em outros países como Sudão, Sahel, África do Sul e Índia. No Brasil, a espécie é cultivada, principalmente, na Região Nordeste e a sua introdução ocorreu a partir de 1942, em Serra Talhada, PE, com sementes procedentes de Piura, no Peru. Atualmente, a algaroba já é identificada em grande parte do território da Terra Indígena Pankararu, por encontrar condições que favorecem sua dispersão, como, por exemplo, terras férteis e úmidas, geralmente em margens de cursos d'água e nascentes. A maior contribuição para o processo de invasão ocorre pela dispersão das sementes. Como os bovinos, muares e caprinos são incapazes de digerir totalmente as vagens da algaroba, ocorre a disseminação das sementes nos esterco (RIBASKI et al., 2009). Esse fator contribuiu muito para que atualmente a algaroba seja uma das espécies com maior predominância na TI Pankararu. Os impactos ambientais que uma espécie exótica invasora pode causar à biodiversidade nativa são muito grandes. Segundo informações do MMA (2024), espécies exóticas invasoras representam uma das maiores ameaças ao meio ambiente, com enormes prejuízos à economia, à biodiversidade e aos ecossistemas naturais, além dos riscos à saúde humana, sendo considerada a segunda maior causa de perda da diversidade biológica no mundo. Entretanto, problemas graves como esses nem sempre são identificados por populações locais, o que contribui para o avanço do problema. Entre as diversas formas de se abordar um problema de invasão biológica, destaca-se a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). No estudo de Ribeiro et al. (2014) é destacado que as geotecnologias desempenham um papel crucial na representação do espaço e na interpretação dos fenômenos socioambientais. Portanto, qualquer fenômeno suscetível de ser espacializado poderá, em diferentes graus, beneficiar-se das vantagens proporcionadas por uma representação geográfica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

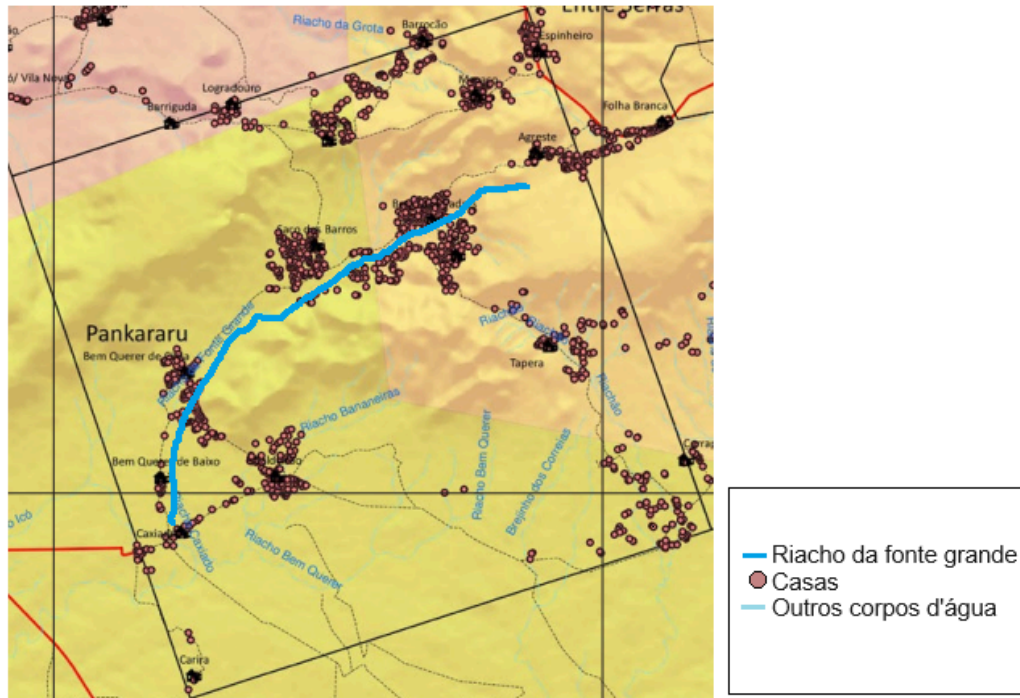
O objetivo geral do trabalho foi avaliar a distribuição espacial e os impactos causados pela planta invasora algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) na Terra Indígena Pankararu (Pernambuco, Brasil).

### **2.2 Objetivos específicos**

O trabalho teve os seguintes objetivos específicos:

- Fazer o mapeamento das áreas invadidas pela algaroba (locais de maior predominância);
- Construir um histórico das áreas invadidas pela algaroba na TI Pankararu, verificando quais alterações foram provocadas nessa área protegida por essa vegetação;
- Avaliar a percepção dos moradores da TI sobre a invasão da algaroba e seus impactos;





**Figura 2-** Principais corpos d'água da Terra Indígena Pankararu.  
 Fonte: Modificado pelo autor a partir de Almeida e Modercin (2016).

### 3.2 Levantamento de dados

O mapeamento, inicialmente, foi feito com auxílio de um aparelho de GPS eTrex, marca Garmin, modelo Montana, portátil, cedido pelo Departamento de Hidrobiologia da UFSCar. A partir dele foi possível fazer o georreferenciamento dos locais invadidos pela algaroba, em visita a campo, criando marcadores para identificar o trajeto percorrido, além de criar pontos para marcar as árvores. Esse modelo de aparelho permite obter fotografias de boa qualidade. Entretanto, esse trajeto foi realizado apenas em áreas em que existiam dúvidas sobre a real existência da invasão biológica, pois nos pontos não marcados por GPS durante meu percurso, a presença da algaroba já era bem mais evidenciada. Essa identificação inicial das áreas invadidas foi muito importante, pois foram observados locais com maior presença da algaroba, que atualmente, em períodos de estiagem, diminuem o fluxo da água em alguns pontos nos riachos e, em outros pontos, o riacho chega a secar totalmente.

Ao regressar à UFSCar, eu empreguei o software QGIS, que dispõe de ferramentas que permitem integrar módulos dedicados à aquisição, visualização, edição e análise de dados geoespaciais. As imagens da Terra Indígena Pankararu foram obtidas através dos satélites CBERS 4A do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que disponibiliza esses dados. Utilizei imagens capturadas pela

câmera WPM, com resolução de 8 metros, datadas do ano de 2023. Além disso, os pontos de GPS também foram importados para o QGIS.

A análise sobre o uso e ocupação da terra na Terra Indígena Pankararu foi empregada para monitorar eventuais mudanças no uso da terra ao longo do tempo, identificando tendências de urbanização, desmatamento, além de atividades agrícolas dentro do território e, assim, tentando buscar alterações que poderiam estar associadas à invasão da algaroba. Para isso, foram utilizados dados fornecidos pelo MapBiomias (SOUZA et. al., 2020), uma iniciativa multi-institucional que emprega geotecnologias para o mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil, além de monitorar as alterações territoriais a partir de imagens Landsat. As coleções podem ser acessadas de forma online a partir da Plataforma Brasil do MapBiomias. Uma segmentação temporal foi aplicada, abrangendo os anos de 1985 a 2022, os únicos disponíveis no momento em que a análise foi feita, a fim de detectar eventuais mudanças no uso e ocupação da terra. Os anos selecionados para análise foram 1985, 1992, 2002, 2012 e 2022. As informações obtidas foram então processadas utilizando o software QGIS. Posteriormente, os dados foram processados e utilizados para gerar mapas e figuras que apresentam as informações mais relevantes para este estudo.

A classificação das imagens foi conduzida utilizando o plugin Dzatsaka no software QGIS (QGIS Development Team, 2024), que permite a realização de classificação supervisionada de imagens de satélite. Para esse processo, foi utilizada uma imagem fusionada, proveniente do satélite CBERS 4A e obtida do catálogo do INPE referente ao ano de 2023, com recorte específico para a Terra Indígena (TI) Pankararu. A fim de realizar a classificação, foram delimitados polígonos representando diferentes classes da imagem, incluindo solo exposto, áreas de pastagem, vários tipos de vegetação e áreas com presença de algaroba. O uso do Google Earth Pro (2024) foi necessário para uma visualização mais detalhada e ampliada da composição da paisagem, facilitando a identificação dessas classes.

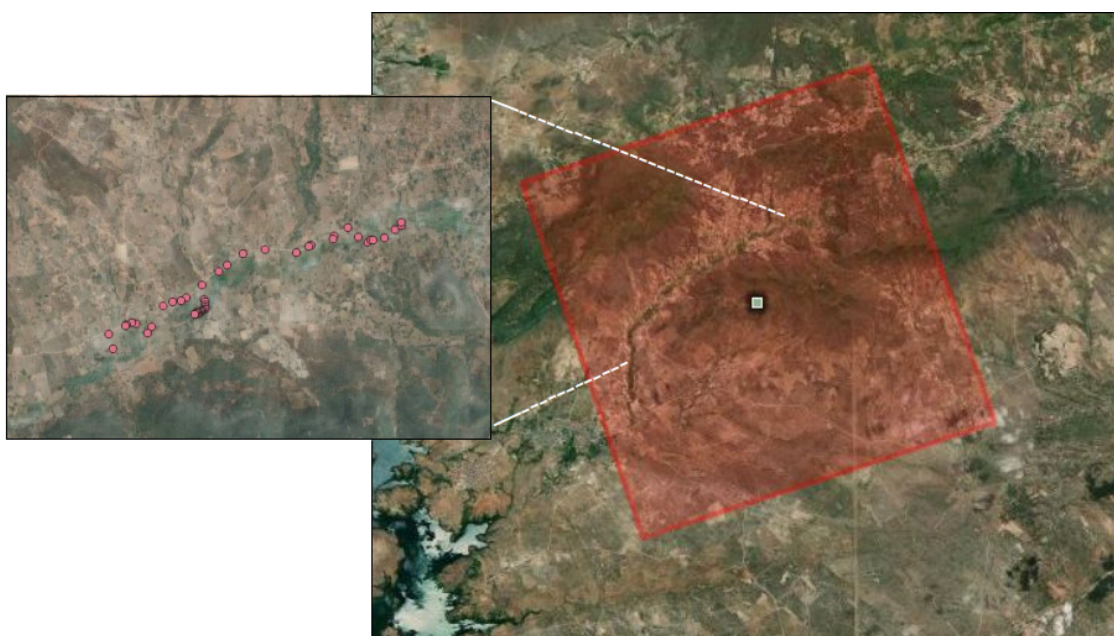
O levantamento de dados referentes à percepção dos moradores da Terra Indígena Pankararu sobre a invasão biológica da algaroba foi conduzido dentro do próprio território, contando com a participação de pessoas de diferentes faixas etárias, todos com idade superior a 18 anos. O projeto recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 74872023.7.0000.5504) e utilizou apenas informações básicas, como idade, sexo e tempo de residência no território, juntamente com outras informações relacionadas exclusivamente à biodiversidade e invasões biológicas. As entrevistas foram realizadas nas residências dos moradores locais que de alguma forma fazem uso dos espaços e que possuem a planta invasora.

Todas as respostas coletadas foram devidamente organizadas em uma planilha online vinculada à conta oficial da UFSCar (Google Workspace).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Identificação Inicial das principais áreas com invasão de algaroba

O trajeto percorrido, observado nas figuras 3 e 4, mostra a sequência de pontos coletados por GPS que indicam áreas com abundante presença de algaroba. O trajeto foi percorrido seguindo o curso do Riacho da Fonte Grande. O seu fluxo de água causa uma diferença de contraste entre a vegetação da caatinga no período de seca e as populações de algaroba em suas margens.



**Figura 3-** Trajeto realizado na TI Pankararu para identificação inicial das áreas invadidas.  
Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Google Earth Pro, 2024.



**Figura 4-** Trajeto realizado com maior ampliação.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Google Earth Pro.

O Riacho da Fonte Grande, que atravessa parte da Terra Indígena Pankararu, pode ser parcialmente observado na Figura 4. Em praticamente toda a margem foram identificados indivíduos de algaroba, como mostram as Figuras 4 e 5. Em meio aos indivíduos da espécie exótica também visualizam-se algumas espécies nativas da região, que dependem dos mesmos recursos para sobreviver. Esta situação traz dificuldades para se conseguir diferenciar, em imagens de satélite, áreas ocupadas pela algaroba das ocupadas por outras plantas.



**Figura 5-** Importante curso d'água da TI Pankararu, o Riacho da Fonte Grande.

Foto: autoria própria (2022).

A Figura 5 mostra indivíduos juvenis da invasora, além de gramíneas. Esse ponto fotografado não apresenta espécies nativas. Analisando a Figura 5 vemos que algaroba está bem estabelecida nos locais em que se encontra na TI Pankararu e como descrito no estudo de Pegado et al. (2006), a espécie consegue se estabelecer bem na caatinga até mesmo sob condições mais áridas e ainda prejudicar o processo de sucessão de espécies nativas.



**Figura 6-** Indivíduos de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) na TI Pankararu.  
Foto: autoria própria (2022).

Alguns pontos da região que margeiam o curso d'água são usados como áreas de pastagem e plantação de gramíneas para alimentação de gado, como mostra a Figura 6. Essa figura mostra dois indivíduos de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) próximos à cerca de arame farpado. Os bovinos presentes na TI se alimentam também dos frutos da algaroba.



**Figura 7-** Área usada como pastagem para o gado e plantação de gramíneas.  
Foto: autoria própria (2022).

Outro fator importante que favorece a invasão nas áreas, registrado na Figura 6, é a forma de distribuição espacial da espécie por meio de sementes nos esterco de bovinos. Em Ribaski et al. (2009) foi demonstrado que sementes presentes em esterco de bovino atingem os maiores índices de germinação e sobrevivência de indivíduos. O trabalho cita que isso seja possivelmente causado pela menor dessecação das sementes, proporcionada pelo ambiente úmido do esterco. A implementação de práticas de manejo adequadas se fazem necessárias em casos como esse.

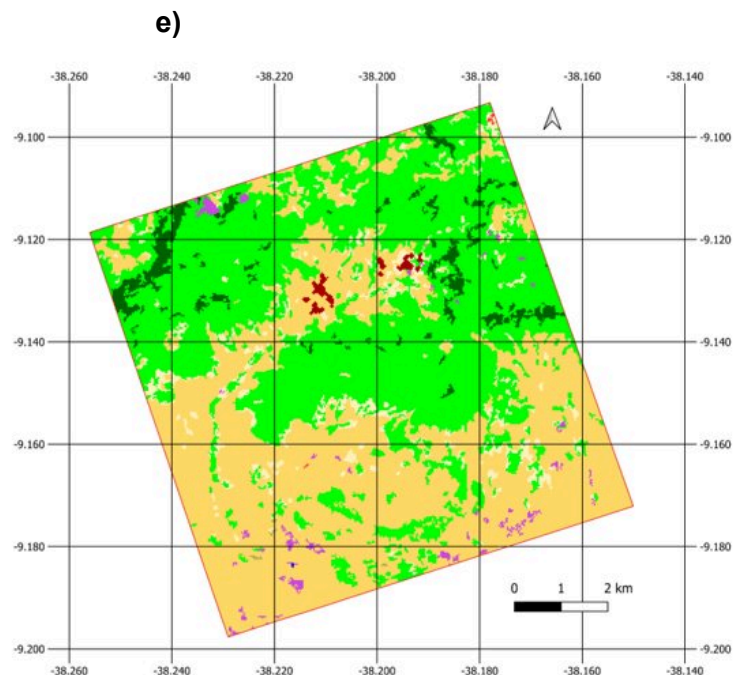
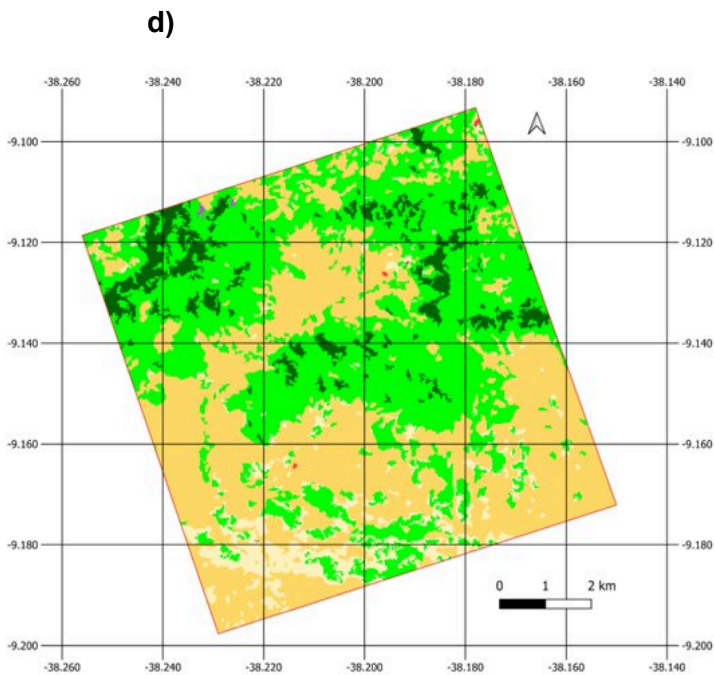
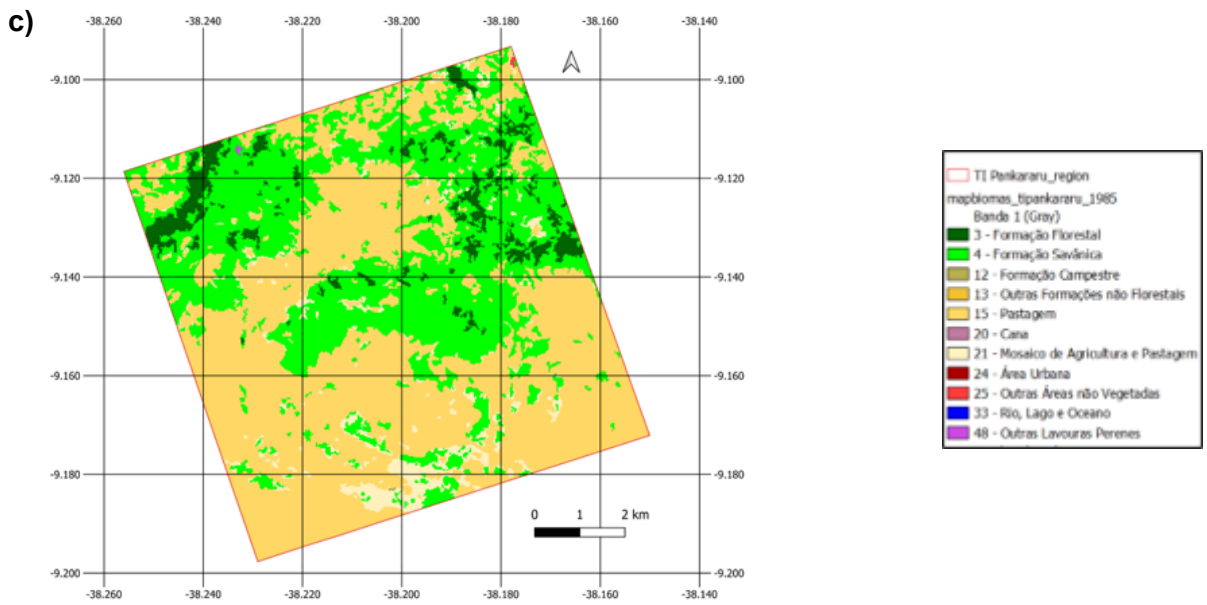
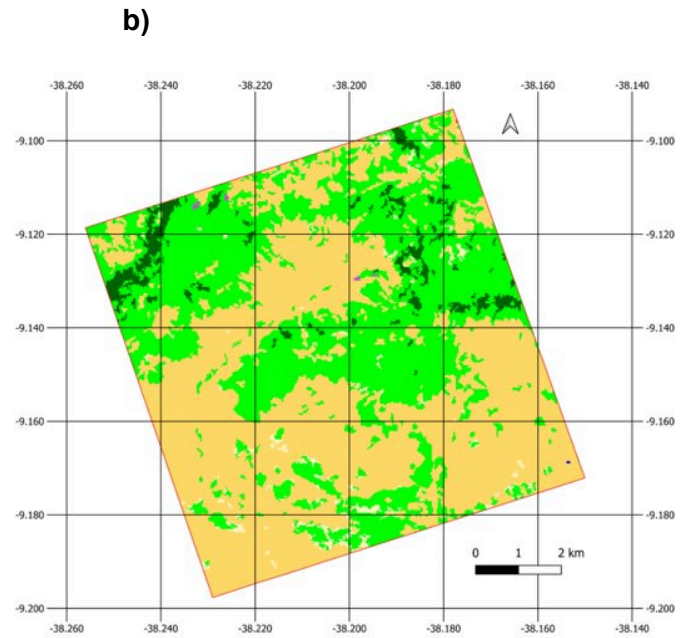
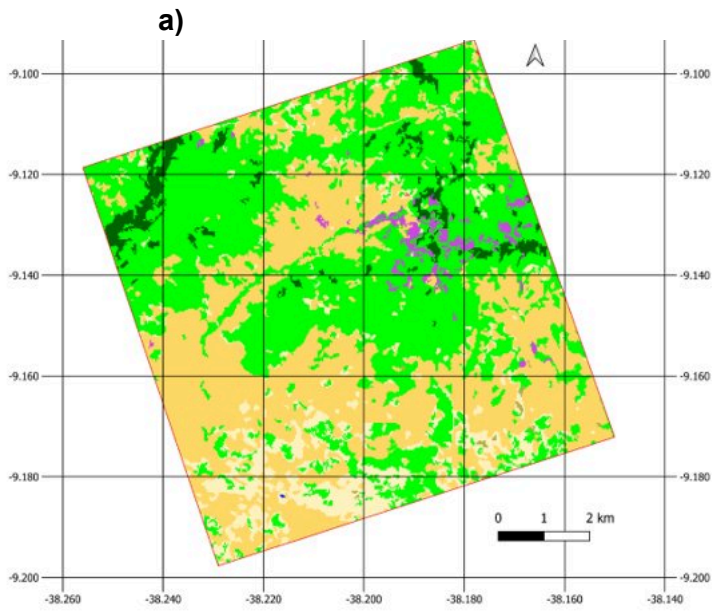
A prática agropecuária é amplamente prevalente nas comunidades Pankararu, representando uma significativa atividade de subsistência. Realizar a investigação da dinâmica territorial permite uma análise para identificar como essas atividades podem ter influenciado ao longo do tempo os processos de modificação ambiental, afetando conseqüentemente a facilitação do estabelecimento de espécies exóticas.

#### **4.2 Classificação supervisionada das áreas com algaroba**

As ferramentas disponibilizadas pelo QGIS mostraram-se eficientes na elaboração deste trabalho. No entanto, o treinamento para a identificação das classes, apesar do conhecimento prévio da área de estudo, adquirido a partir do trajeto realizado e da identificação inicial das áreas invadidas, não foi tão satisfatório para a interpretação a partir dos sensores. Como mostrado na Figura 5, os locais com invasão de algaroba também apresentam a presença de outras espécies de plantas nativas, o que pode interferir no processo de classificação supervisionada devido à semelhança nas respostas espaciais. Para diferenciar a vegetação nativa das espécies exóticas de forma mais eficaz, seria necessário utilizar imagens com melhor resolução espacial, como as obtidas por drones, que permitem uma visualização e diferenciação mais precisa entre os tipos de vegetação.

#### **4.3 Mudanças no Uso e ocupação das terras**

A dinâmica da paisagem na Terra Indígena Pankararu, entre os anos de 1985 e 2022, foi caracterizada por um mosaico complexo de mudanças, influenciado por uma interação multifacetada de fatores. Estes fatores, por sua vez, foram principalmente moldados por variáveis climáticas e por elementos relacionados ao desenvolvimento social das comunidades locais, como mostra a Figura 8.



**Figura 8** – Mudanças no uso e ocupação na TI Pankararu ao longo das últimas cinco décadas: (a) 1985; (b) 1992; (c) 2002; (d) 2012; (e) 2022.  
Fonte: Elaboração própria, a partir de MapBiomias (2023).

Em 1985 (figura 8a), as formações florestais na Terra Indígena Pankararu estavam predominantemente concentradas em áreas de maior altitude, principalmente nas serras da região. Conforme Porto, Cabral e Tabarelli (2004), a presença de ilhas de floresta em uma região de baixo regime pluviométrico, como a caatinga, está associada à existência de planaltos e chapadas com altitudes entre 500 e 1.100 metros, onde as chuvas orográficas proporcionam níveis de precipitação superiores em relação às demais áreas do semiárido nordestino. Essas condições favorecem o estabelecimento de culturas de subsistência, como lavouras perenes que permitem colheitas anuais sem replantio necessário. Segundo o ISA (2024), as culturas de manga, castanha de caju e pinha representavam uma parte significativa da paisagem e constituíam importantes fontes de renda para o povo Pankararu na época, sendo classificadas como lavouras perenes (MapBiomias, 2024).

Ainda no mesmo ano, as formações campestres constituíam uma área significativa na região, representando ecossistemas em estágios avançados de sucessão ecológica. De acordo com (DRUMOND, LIMA & SOUZA, 1982), mais de 80% da vegetação na região da caatinga pode ser classificada como sucessional. O autor também observa que grande parte da caatinga possui baixa capacidade de se regenerar frente às atividades humanas.

As áreas de pastagem predominavam sobre a paisagem. A criação de animais representa uma importante fonte de renda para os moradores da região semiárida (ISA, 2024). As formações savânicas predominam na região, pois são a fitofisionomia mais comum nas regiões de caatinga, bem como na TI Pankararu (ISA, 2024). Regiões de mosaicos entre agricultura e pastagem e outras áreas não vegetadas representam áreas utilizadas para agricultura intermitentemente e também áreas em que o solo apresenta uma superfície impermeável, resultado também de possíveis perturbações antrópicas.

Em 1992 (figura 8b), observou-se um aumento substancial das áreas de pastagem, que substituíram até mesmo terras anteriormente destinadas a outros usos, como agricultura, especialmente para o cultivo de feijão e milho, sendo posteriormente convertidas em pastagens.

Conforme observado por Nascimento, Correia e Gonçalves (2004), os anos entre 1985 e 2004 foram caracterizados por precipitações acima da média na região semiárida do Brasil. É possível que esse aumento na quantidade de chuvas também tenha contribuído para a expansão das áreas destinadas à agricultura, sendo a principal atividade de subsistência do povo Pankararu.

Em 2012 (figura 8d) ocorre um aumento das áreas florestais, bem como de áreas com formações savânicas, enquanto áreas com pastagem têm uma diminuição.

Em 2022 (figura 8e), observou-se o surgimento de áreas urbanizadas em algumas comunidades locais, refletindo em parte o desenvolvimento econômico regional. A transição evidenciada pela diminuição das áreas agrícolas em favor de um aumento nas áreas de vegetação sugere uma mudança na fonte de renda da população para formas alternativas de sustento. A Tabela 1 apresenta a dinâmica de cada categoria de uso das terras ao longo do corte temporal estabelecido.

**Tabela 1-** Dinâmica de uso das terras na TI Pankararu entre 1985 e 2022.

Uso	1985		1992		2002		2012		2022	
	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
Formação Florestal	2,86	3,34	2,86	3,35	4,34	5,09	5,34	6,25	2,74	3,21
Formação Savânica	39,57	46,31	34,71	40,63	30,77	36,02	37,09	43,41	39,45	46,17
Formação Campestre	0,14	0,16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05
Pastagem	32,81	38,40	45,99	53,83	45,99	53,83	35,99	42,12	37,73	44,16
Mosaico de Agricultura e Pastagem	8,64	10,11	1,81	2,11	4,27	5,00	6,94	8,12	4,37	5,11
Área Urbanizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,39
Outras Áreas não Vegetadas	0,02	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03
Rio, Lago e Oceano	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Outras Lavouras Perenes	1,40	1,64	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04	0,05	0,74	0,87
<b>TOTAL</b>	<b>85,43</b>	<b>100,00</b>	<b>85,43</b>	<b>100,00</b>	<b>85,43</b>	<b>100,00</b>	<b>85,43</b>	<b>100,00</b>	<b>85,43</b>	<b>100,00</b>

**Legenda:** ■ = menores valores para respectivo uso ■ = valores intermediários para respectivo uso ■ = maior valor para respectivo uso

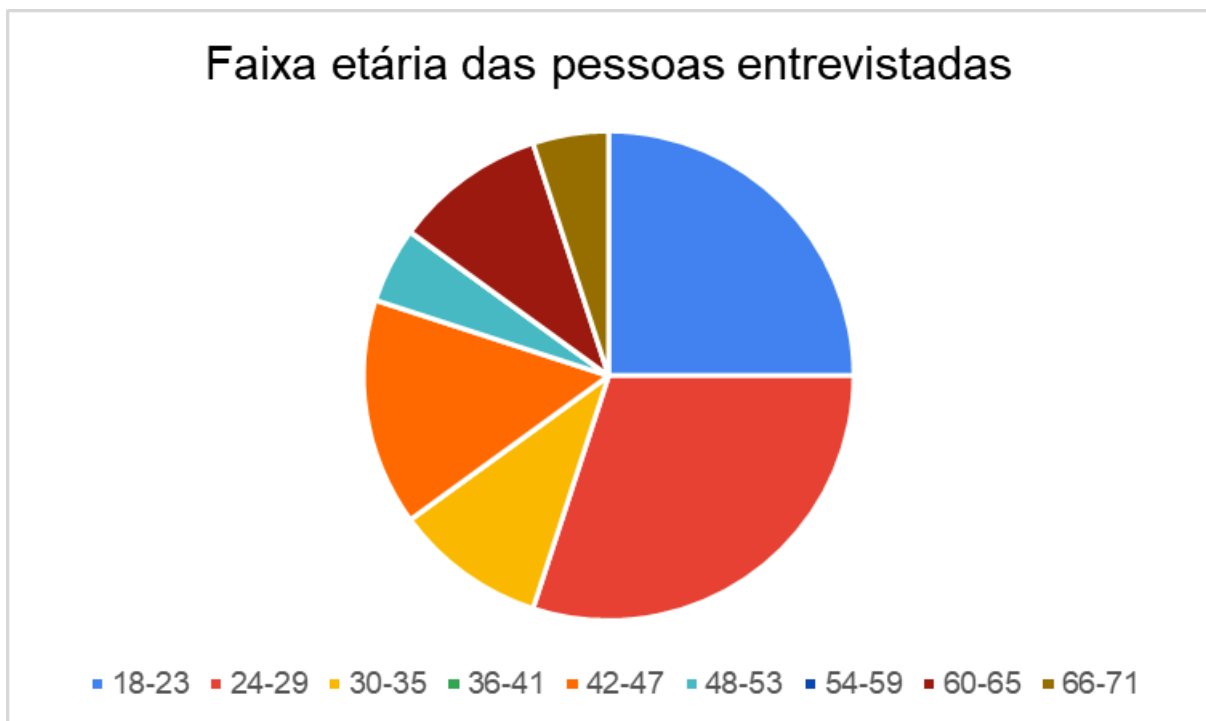
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do MapBiomás (2023).

Conforme o corte temporal aplicado, as áreas de pastagem demonstraram um crescimento significativo, especialmente entre 1985 e 2002. Esse aumento pode estar associado ao crescimento da pecuária, que demanda maiores extensões de terra para criação de gado, nesses locais são geralmente encontradas maiores populações de algaroba, como mostrou a Figura 6 deste trabalho. Após esse período de crescimento, observa-se uma redução na área destinada à pastagem em 2012, seguida de um leve aumento em 2022. A Formação Savânica, que inicialmente diminuiu, voltou a crescer, quase retomando o nível de 1985 em 2022. Isso pode indicar um processo de recuperação natural das savanas, que são ecossistemas resilientes. A Formação Florestal, que apresentou um aumento até 2012, seguiu uma trajetória de queda acentuada em 2022. Sua queda pode estar relacionada com o aumento das áreas savânicas, como mostra a Figura 7. As áreas categorizadas como Mosaico de Agricultura e Pastagem também passaram por flutuações significativas, com uma queda drástica em 1992, para depois se recuperar parcialmente em 2012. Essa categoria reflete áreas onde agricultura e pastagem coexistem, muitas vezes de forma rotativa ou integrada. As flutuações podem ser explicadas por mudanças nas práticas agrícolas, como a rotação de culturas e a alternância entre cultivo e pecuária. A diminuição dessa categoria em 2022 pode estar relacionada com a intensificação da pecuária. Os corpos d'água na TI Pankararu são intermitentes e por serem menores ou menos permanentes podem não ser captados devido à escala do mapeamento, ou às limitações de detecção dos sensores usados na época. Outro dado importante é o surgimento de áreas urbanizadas em 2022, que não existiam nas décadas anteriores. Essa nova

categoria, embora ainda representando uma pequena fração do uso do solo, é indicativa de processos de urbanização e desenvolvimento de infraestrutura.

#### 4.4 Questionário aplicado aos moradores da TI Pankararu

O questionário aplicado aos moradores da TI Pankararu revelou dados importantes sobre o processo de invasão biológica na região. A amostra incluiu participantes de diversas idades, começando a partir dos 18 anos, e também pessoas mais velhas que mantêm algum contato com áreas onde a algaroba é predominante. A Figura 8 mostra o percentual da faixa etária dos entrevistados e as categorias em que foram determinados os intervalos de idade. A maioria dos participantes era do sexo feminino, como evidencia a Figura 9. Na literatura disponível, não há registros de outros trabalhos que abordem detalhadamente o processo de invasão biológica ou a perda de biodiversidade em comunidades locais, nem a aplicação de formulários semelhantes aos utilizados neste estudo. Em Almeida e Modercin (2016), houve uma coleta de informações para a classificação do uso das terras no território Pankararu. No entanto, esse projeto se distinguiu por ser construído em parceria com professores e estudantes das escolas locais, além de envolver algumas lideranças comunitárias.

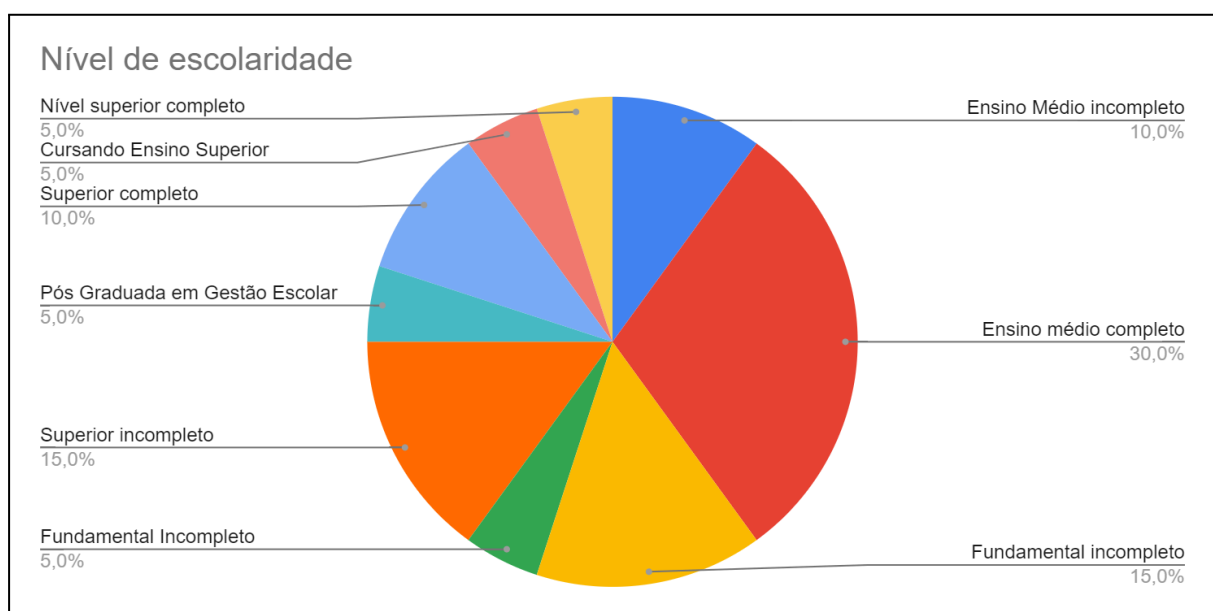


**Figura 9:** Percentual de resposta dos entrevistados em relação ao intervalo de idade.



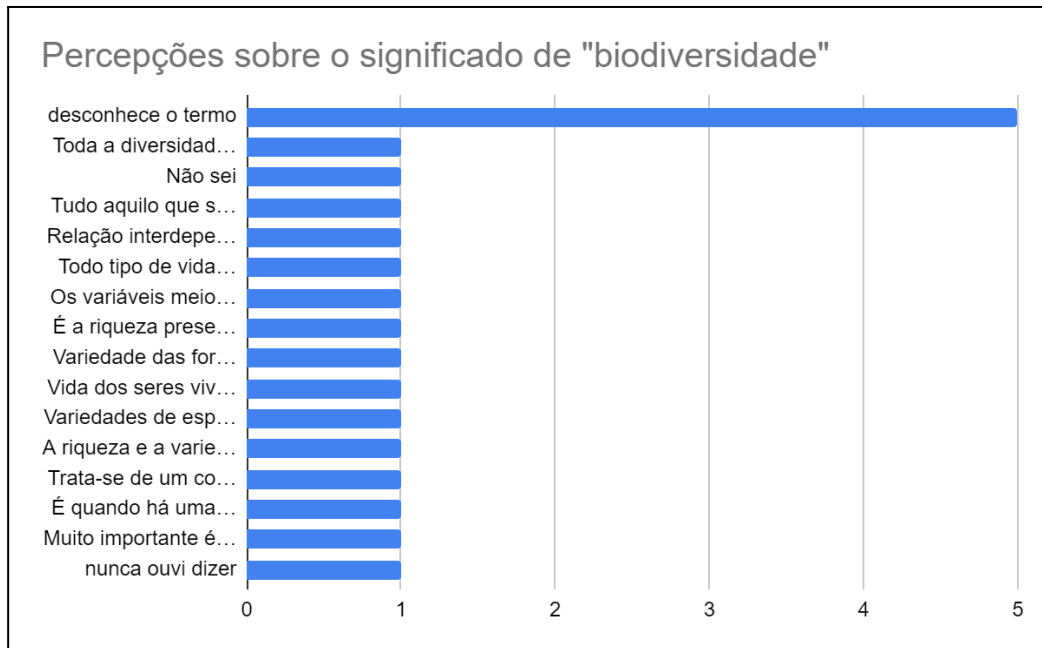
**Figura 10.** Sexo dos participantes da entrevista.

O nível de escolaridade foi bem variado e possui relação com a idade dos participantes, como exemplifica a Figura 9. É comum nas comunidades Pankararu, que as pessoas mais velhas ou idosas não tenham finalizado o ensino básico, devido a maiores adversidades na época. A escolha variada do nível de escolaridade também foi estratégica para se obter dados a partir de diferentes perspectivas sobre o assunto tratado. As respostas obtidas variaram entre participantes com ensino fundamental incompleto, para alguns com ensino médio completo e até mesmo alguns outros com ensino superior em andamento ou completo.



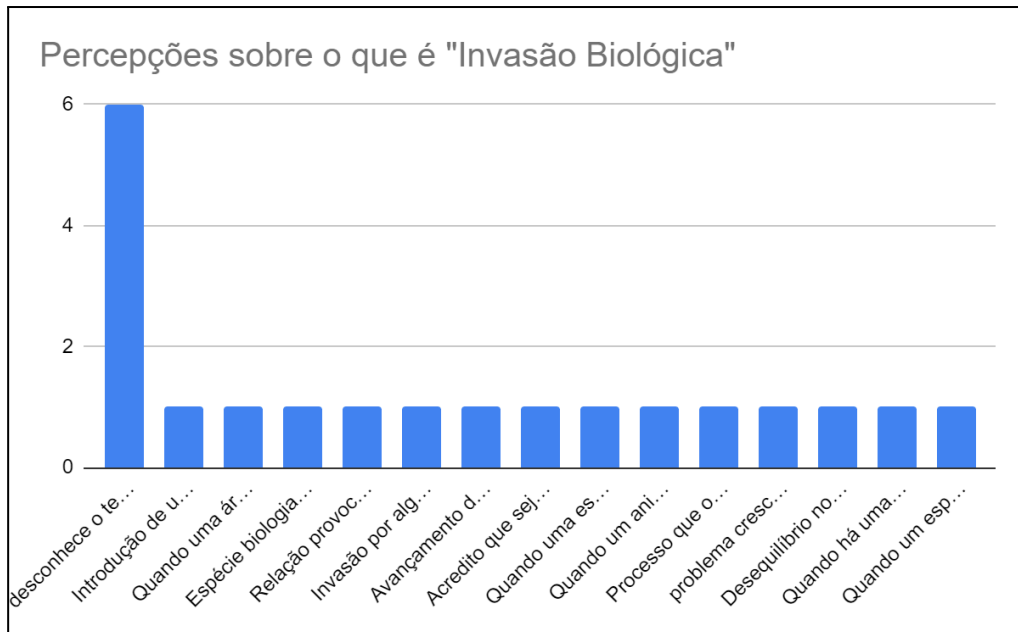
**Figura 11.** Nível de escolaridade das pessoas entrevistadas.

O termo “biodiversidade” para a maioria dos entrevistados representou algo relacionado ao meio ambiente, aos seres vivos ou algum elemento da natureza. A palavra “variedade” foi muitas vezes dita, bem como a palavra “vida”. Entretanto, alguns participantes não souberam responder. A Figura 10 mostra a proporção dos entrevistados em relação às respostas ao termo “biodiversidade”.



**Figura 12:** Percepção dos entrevistados acerca do termo “Biodiversidade”.

“Invasão Biológica” foi um dos termos mais desconhecidos entre os entrevistados, entretanto os que responderam, 14 no total, listaram três palavras que possuíam relação direta com o termo, como desequilíbrio, doenças e até mesmo plantas exóticas. A Figura 11 mostra a proporção das respostas entre os entrevistados. Do total entrevistado, 30% desconhecem o termo, e os 70% das respostas estão igualmente distribuídos.



**Figura 13:** Percepção dos entrevistados acerca do termo "Invasão Biológica".

Todos os participantes eram residentes da TI Pankararu desde que nasceram. A percepção sobre a alteração na vegetação ao longo do tempo foi perceptível para alguns, entretanto cinco pessoas responderam não perceber mudanças, talvez por não associar a introdução da algaroba, ou considerar outro fator como o responsável. A algaroba é uma planta muito comum dentro do território, logo todos a conhecem, porém, sua origem ainda é desconhecida para a maioria. Duas pessoas disseram que a sua origem era estrangeira e apenas uma acreditava que ela tinha origem brasileira.

Sobre a algaroba ser um risco para as demais espécies que são nativas, quatro pessoas acreditam que ela não seja um risco, uma pessoa considera um risco, mas acha que a sua disseminação pode ser controlada, enquanto as demais consideram que algaroba pode, sim, prejudicar espécies nativas.

Todos os participantes concordam que toda a comunidade local seja conscientizada sobre os riscos que as espécies invasoras podem trazer e como evitar que isso ocorra, porém, ficou evidente uma preocupação com questões relacionadas a agropecuária familiar local, que depende muitas vezes de espécies introduzidas como a algaroba.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo na Terra Indígena Pankararu demonstrou que a invasão da espécie exótica algaroba (*Prosopis juliflora*) apresenta desafios significativos para a gestão e conservação ambiental no território.

A identificação inicial das áreas invadidas, realizada por meio de trajetos georreferenciados, evidenciou a predominância da algaroba ao longo das margens

do Riacho da Fonte Grande. No entanto, a similaridade espectral entre a algaroba e espécies nativas da caatinga dificultou a classificação precisa utilizando algumas técnicas convencionais de sensoriamento remoto.

As análises temporais da dinâmica de uso e ocupação das terras entre 1985 e 2022 revelaram mudanças substanciais na paisagem da TI Pankararu, influenciadas por variáveis climáticas e práticas agropecuárias. A expansão das áreas de pastagem, em detrimento de outras formas de uso das terras, refletiu uma adaptação às condições ambientais e ao desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais. A transição observada nas últimas décadas indica uma complexa interação entre fatores naturais e antropogênicos, o que pode ter facilitado a disseminação da algaroba.

O questionário aplicado aos moradores da TI Pankararu evidenciou um desconhecimento sobre os impactos ecológicos da invasão biológica, embora a algaroba seja amplamente conhecida entre os habitantes. A discrepância entre o conhecimento popular e os conceitos científicos sobre invasão biológica sublinha a necessidade de uma maior disseminação da informação a respeito do processo de invasão biológica e da perda de biodiversidade, principalmente na implantação de projetos voltados ao desenvolvimento agropecuário sem estudo prévio em comunidades tradicionais.

Em conclusão, este estudo sugere que a gestão eficaz da invasão de algaroba na TI Pankararu exigirá uma combinação de tecnologias de sensoriamento remoto, introdução de práticas de manejo sobre a espécie exótica, além de iniciativas voltadas para a educação ambiental que envolvam a comunidade local. A integração dessas estratégias é fundamental para mitigar os impactos da invasão biológica e preservar a biodiversidade e os modos de vida tradicionais na região.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. A; MODERCIN, I. F. **Etnomapeamento da Terra Indígena Entre Serras de Pankararu**. Associação Nacional de Ação Indigenista (Anai). 2016. Disponível em: <<https://1drv.ms/b/s!AoiZuL-mnp27g60qJwG4g2kmlR4ezQ>> . Último acesso em 12 de agosto de 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília–DF, Senado, 1998.

BRASIL, Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

BRASIL, Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies Exóticas Invasoras na mira do MMA.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/especies-exoticas-invasoras-na-mira-do-mma>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

BRASIL, Governo Federal. Planalto. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza- SNUC.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006, 176 p.

DUDLEY, N. (Ed.). Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN, 2008, 86p.

DRUMOND, M.A., P.C.F. LIMA & S.M. SOUZA. 1982. **Sociabilidade de algumas espécies que ocorrem na caatinga.** p. 32-33 In: Resumos do Congresso Nacional de Botânica, 30 - 1979. Sociedade Botânica do Brasil, Campo Grande, MS.

**FLORA E FUNGA do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <[GOOGLE EARTH PRO. Mountain View: Google, 2024. Disponível em: <<https://earth.google.com/>>. Último acesso em 21 de agosto de 2024.](https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=Prosopis&especie=juliflora&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo= TODOS&origem= TODOS&regiao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceânica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao= TODOS&mostrarAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca= TODOS_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica</a>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.</p></div><div data-bbox=)

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2024. Satélite CBERS, instrumento CCD. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Se Último acesso em 12 de agosto de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **O Semiárido Brasileiro.** 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro>> . Último acesso em 12 de agosto de 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Terras Indígenas do Brasil: situação atual das Terras Indígenas**. Disponível em: <<https://terrasindigenas.org.br/>>. Acesso em 12 de agosto de 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Terras Indígenas do Brasil: o que são Terras Indígenas**. Disponível em: <[https://terrasindigenas.org.br/pt-br/o\\_que\\_sao\\_terras\\_indigenas](https://terrasindigenas.org.br/pt-br/o_que_sao_terras_indigenas)> . Acesso em 12 de agosto de 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Terras Indígenas No Brasil: terra Indígena Pankararu**. Disponível em: <<https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/3787>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC, 2005, 137 p.

NASCIMENTO, M. G.; CORREIA, M. F.; GONÇALVES, W. A.. **Eventos extremos no submédio São Francisco: uma análise das cheias de 1985 e 2004**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 19, n. 3, p. 273-285, 2004. Disponível em: <[http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor\\_brasil.shtml](http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml)>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

PEGADO, C. et al.. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abb/a/xr5hgCSVTfjYbmbX5sMXHRS/abstract/?lang=pt>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P., TABARELLI, M.. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação**. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, 2004. Disponível em: <<https://parqueserradoscavalos.caruaru.pe.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/Srie-Biodiversidade-09-Brejos-de-Altitude-em-Pernambuco-e-Paraba-Histria-Natural-Ecologia-e-Conservao.pdf>>. Último acesso em 21 de agosto de 2024.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. Versão 3.28.3. Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: <https://qgis.org>.: Último acesso em 21 agosto de 2024.

REJMÁNEK, M., et al.. Ecologia da invasão vegetal: estado da arte. In: Mooney, H.A., Mcneely, J.A., Neville, L., Schei, P.J. & Waage, J. (orgs). **Espécies exóticas invasoras: em busca de soluções**. Imprensa da Ilha, Washington, D.C. 2002.

RIBASKI, J. et al.. Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região Semiárida brasileira. Embrapa Florestas. 2009. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/578718/algaroba-prosopis-juliflora-arvore-de-uso-multiplo-para-a-regiao-semiarida-brasileira>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

RIBEIRO, C. I. M. et al.. Aplicação de Geotecnologias Nas Pesquisas em Geografia Socioambiental no Município de Porto Velho - Rondônia. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v.6, n.3, set/dez. 2014. Disponível em: <<https://periodicos.unir.br/index.php/rara/article/view/884/1286>>. Acesso em 06 de janeiro de 2024.

SÁ, I. B. et al.. **Caracterização ambiental do Vale do Submédio São Francisco**. 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178150/1/ledo.pdf>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.

SOUZA, C. M, Jr. et al.. **Reconstruindo Três Décadas de Mudanças no Uso e Cobertura da Terra em Biomas Brasileiros com Landsat Archive e Earth Engine**. *Remote Sens.* 2020 , 12 , 2735. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/rs12172735>>. Último acesso em 12 de agosto de 2024.