



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MÁRIO ÍTALO DE SOUSA GURGEL**

**OCORRÊNCIA DE NINHOS DE FORMIGAS-CORTADEIRAS DO  
GÊNERO *Atta* FABRICIUS, 1804 (INSECTA, HYMENOPTERA,  
FORMICIDAE) NO EIXO NORTE DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO  
FRANCISCO: ANÁLISE PRELIMINAR PARA ELABORAÇÃO DE UM  
PLANO DE MANEJO.**

**PETROLINA**

**2023**

**MÁRIO ÍTALO DE SOUSA GURGEL**

**OCORRÊNCIA DE NINHOS DE FORMIGAS-CORTADEIRAS DO  
GÊNERO *Atta* FABRICIUS, 1804 (INSECTA, HYMENOPTERA,  
FORMICIDAE) NO EIXO NORTE DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO  
FRANCISCO: ANÁLISE PRELIMINAR PARA ELABORAÇÃO DE UM  
PLANO DE MANEJO.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Colegiado de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Vale do São Francisco, Campus Ciências  
Agrárias, como requisito parcial para a  
obtenção do grau de bacharel em  
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Benoit Jean  
Bernard Jahyny.

**PETROLINA**

**2023**

G979o Gurgel, Mário Ítalo de Sousa  
Ocorrência de ninhos de formigas-cortadeiras do gênero *Atta* Fabricius, 1804 (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) no eixo norte da transposição do rio São Francisco: análise preliminar e elaboração de um plano de manejo / Mário Ítalo de Sousa Gurgel. – Petrolina-PE, 2023.  
xiii, 35 f.: il.; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2023.

Orientador: Prof.º Dr.º Benoit Jeaan Bernard Jahyny.

Inclui referências.

1. Insetos - Brasil. 2. Formigas. 3. Formiga-cortadeira. I. Título. II. Jahyny, Benoit Jeaan Bernard. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 595.70981

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.  
Bibliotecária: Andressa Laís Machado de Matos CRB – 4/2240.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**MÁRIO ÍTALO DE SOUSA GURGEL**

**OCORRÊNCIA DE NINHOS DE FORMIGAS-CORTADEIRAS DO  
GÊNERO *Atta* FABRICIUS, 1804 (INSECTA, HYMENOPTERA,  
FORMICIDAE) NO EIXO NORTE DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO  
SÃO FRANCISCO: ANÁLISE PRELIMINAR PARA A  
ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANEJO.**

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado ao Colegiado de  
Ciências Biológicas da  
Universidade Federal do Vale do  
São Francisco, Campus Ciências  
Agrárias, como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 15 de fevereiro de 2023.

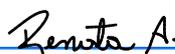
**Banca Examinadora**

  
Benoit Jean Bernard Jahyny (Feb 15, 2023 18:14 GMT-3)

(Dr. Benoit Jean Bernard Jahyny, UNIVASF - Orientador)



(Dr. Renato Garcia Rodrigues, UNIVASF)

  
Renata Andrade (Feb 28, 2023 11:34 GMT-3)

(Bel. Renata Valéria Dantas de Andrade, UNIVASF)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por me dar todo o suporte necessário para a minha formação. A minha mãe Sônia que me apoiou, abraçou e me motivou nos momentos que eu mais precisei. Ao meu pai Zenóbio que me inspirou e deu forças para continuar nos meus estudos. A minha irmã Elizabeth que sempre esteve comigo e me escutou quando eu precisava desabafar. Ao meu irmão Sergio que me incentivou a seguir a carreira de pesquisador e cientista.

À minha namorada Carolina, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me apoiando em todos os meus planos, sempre sorrindo e me guiando para ser uma pessoa melhor. Me mostrando como a vida é melhor quando compartilhada. Sem ela eu não estaria onde estou hoje. Eu te amo, meu amor.

Aos meus amigos que quando eu precisei sempre faziam de tudo para me ajudar. Meus amigos, Yan, Gabriel Dias, Lucas, Victor, Alexandre, Uadson e Gabriel Celante que me apoiaram e animaram com suas histórias e companhias quando eu não tinha mais forças para sorrir.

Ao professor e amigo Benoit por me passar todo conhecimento e ensinamentos sobre a vida e meio acadêmico, me apresentando o mundo das formigas, me fazendo querer cada vez mais estudá-las. Obrigado pela paciência e por acreditar em mim. Instigando minha curiosidade como cientista, mostrando como sempre vai haver uma pergunta, mas sempre cabe a nós correr atrás das respostas. À Bruna e Matheus do NEMA que me ajudaram com meu trabalho e pesquisa, sempre estando a disposição para tirar minhas dúvidas. Ao professor Renato que me deu ideias e inspiração para o meu trabalho. Ao CEMA pelo apoio logístico e o Professor Luiz pelas oportunidades dadas e ensinamentos compartilhados.

## RESUMO

As formigas-cortadeiras do gênero *Atta* são conhecidas, principalmente, por serem pragas e construírem grandes ninhos com várias câmaras que comportam o fungo simbiote que as alimenta. Para a manutenção desse fungo as formigas efetuam a atividade de forrageio de matéria vegetal para dentro do ninho as leva até as câmaras para alimentar esse fungo. Quanto maior o ninho mais câmaras são construídas para comportar as formigas e o fungo simbiote. Durante a expansão do seu ninho, a retirada de solo que essas formigas efetuam para a construção de novas câmaras pode equivaler a toneladas por ano, acarretando riscos para estruturas adjacentes. Foi observada a presença de ninhos de formigas-cortadeiras pertencentes ao gênero *Atta* nos taludes do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF). O presente trabalho tem como objetivo mapear a presença de ninhos de formigas-cortadeiras nas estruturas do canal no Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco e estabelecer as diretrizes iniciais para um plano de manejo das formigas-cortadeiras nas áreas do PISF. Foram realizadas viagens de campo percorrendo o Eixo Norte da transposição e mapeados 31 ninhos de formigas-cortadeiras situadas tanto nas estruturas do canal quanto nas proximidades do canal. Esses ninhos foram encontrados no trecho situado entre o reservatório de Boi 2 em Brejo Santo - CE e a entrada do túnel de Cuncas 1 em São Miguel, Mauriti - CE. Foi observado que a presença dos ninhos não se deu durante toda extensão do canal, abrangendo 8,7% do canal, como também a quantidade de ninhos variou do lado direito e esquerdo do canal. Apresentando ninhos apenas nas estruturas do canal do lado direito, enquanto do lado esquerdo os ninhos se apresentavam nas proximidades do canal, geralmente sombreados. Com base no que foi observado no trabalho, foi estabelecido propostas de controle das formigas-cortadeiras utilizando a filosofia do manejo integrado de praga (MIP).

**Palavras-chave:** Formigas-cortadeiras, *Atta opaciceps*, PISF, Taludes, Transposição, Saúvas.

## ABSTRACT

Leaf-cutting ants of the genus *Atta* are known mainly for being pests and for building large nests with multiple chambers that accommodate the symbiotic fungus that feeds them. To maintain this fungus, the ants carry out the activity of foraging plant matter into the nest, which they take to the chambers to feed this fungus. The larger the nest, the more chambers are built to accommodate the ants and the symbiotic fungus. During the expansion of their nest, the soil removal carried out by these ants for the construction of new chambers can equate to tons per year, posing risks to adjacent structures. The presence of nests of *Atta* leaf-cutting ants was observed on the slopes of the São Francisco River Integration Project with the Northern Northeast Basins (PISF). The objective of this study is to map the presence of leaf-cutting ant nests in the channel structures of the North Axis of the transposition of the São Francisco River and establish the initial guidelines for a management plan for the leaf-cutting ants in the PISF areas. Field trips were carried out along the North Axis of the transposition and 31 nests of leaf-cutting ants were mapped, both in the channel structures and in the vicinity of the canal were mapped. These nests were found in the stretch between the Boi 2 reservoir in Brejo Santo – CE, and the entrance to the Cuncas 1 tunnel in São Miguel, Muriti – CE. It was observed that the presence of nests didn't occur throughout the entire length of the channel, covering 8,7% of the channel, as well as the number of nests varied on the right and left side of the channel. Showing nests only in the structures of the channel on the right side, while on the left side the nests were present near the channels, generally shaded. Based on what was observed in the work, proposals were established to control leaf-cutting ants using the integrated pest management (MIP).

**Keywords:** Leaf-cutting ants, *Atta opaciceps*, PISF, Slope, Transposition, Saúvas.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Mapa da transposição em dois eixos, Norte e Leste. Fonte: Ministério do Desenvolvimento regional. ....	13
<b>Figura 2</b> - Rota de monitoramento dos ninhos de formigas-cortadeiras no Eixo Norte do PISF. Fonte: Google Maps. ....	15
<b>Figura 3</b> - Distribuição de <i>Atta</i> spp.: <i>A. robusta</i> , <i>A. laevigata</i> , <i>Atta capiguara</i> , <i>A. opaciceps</i> , <i>A. vollenweideri</i> . Fonte: DELABIE et al, 2011. ....	17
<b>Figura 4</b> - Imagem em vista dorsal da cabeça e vista lateral do corpo de um soldado de <i>Atta opaciceps</i> coletada do ninho 01. Fonte: Acervo pessoal. ....	19
<b>Figura 5</b> - Trilha de forrageamento do ninho 24 de <i>A. opaciceps</i> . Fonte: Acervo Pessoal. ....	19
<b>Figura 6</b> - Comparação dos ninhos mapeados em 2021 (amarelo) com os mapeados em 2023 (vermelho). Fonte: QGIS. ....	21
<b>Figura 7</b> - Murundu criado pelas formigas do gênero <i>Atta</i> em pilar de aqueduto. Fonte: Acervo pessoal.....	23
<b>Figura 8</b> - Ninho sobre talude de bueiro no canal. Fonte: Acervo Pessoal.....	24
<b>Figura 9</b> - Ninho de formiga-cortadeira debaixo de uma árvore próximo ao canal. Fonte: Acervo pessoal.....	25
<b>Figura 10</b> - Entrada de ninho sobre estrada de acesso ao canal. Fonte: Acervo Pessoal. ....	26
<b>Figura 11</b> - Ninhos na crista do talude preenchidos com cimento. Fonte: Acervo Pessoal. ....	27

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	12
2.1. Objetivo geral .....	12
2.2. Objetivos específicos .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1. Área de estudo .....	13
3.2. Registro dos ninhos de formigas-saúvas .....	14
3.3. Coleta e identificação das formigas .....	16
3.4. Análise da distribuição dos ninhos .....	17
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
4.1. Identificação das formigas coletadas .....	18
4.2. Mapeamento dos ninhos .....	20
4.3. Análise da distribuição dos ninhos de <i>A. opaciceps</i> registrados .....	23
4.4. Efeitos dos ninhos de <i>A. opaciceps</i> nas estruturas observadas no Eixo Norte do PISF .....	26
4.5. Tentativas de controle utilizando cimento .....	27
4.6. Controle biológico sugerido para as formigas-saúvas .....	28
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	29
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31

# 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional (PISF) é uma grande obra que tem como intuito levar água para regiões atingidas por secas prolongadas do Nordeste brasileiro, garantindo segurança hídrica para milhões de habitantes. Esta é a maior obra de infraestrutura hídrica executada no país até os dias atuais. Este projeto possui cerca de 600 quilômetros de canais trapezoidais revestidos de concreto, divididos em dois grandes eixos, Norte e Leste, composto por 14 aquedutos, quatro túneis, nove estações de bombeamento e 27 reservatórios (BOX CONSTRUTORA, 2014). O Eixo Norte leva água para os Sertões dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, enquanto o Eixo Leste guia a água para o Sertão e do Agreste Pernambucano e da Paraíba. O Eixo Norte tem início em Cabrobó (PE) e se estende até São José de Piranhas (PB), levando as águas do rio São Francisco e beneficiando cerca de oito milhões de pessoas. O investimento registrado desde 2019 nesse trecho chega a 1.11 bilhões de reais. Dentro desse valor estão incluídos reparos feitos nas estações de bombeamento, reservatórios, aquedutos e túneis que se estendem ao longo de 260 quilômetros (BRASIL, 2019).

Os canais funcionam direcionando a água do Rio São Francisco que é bombeada pelas estações de bombeamento para que ela desça novamente, fazendo com que a água continue seu caminho auxiliada pela própria gravidade. Alguns canais correspondem a porções cavadas, enquanto outros, a porções epigeias com taludes construídos junto. Os canais são revestidos em concreto para reduzir a troca de material entre o canal e os taludes, evitando assim a perda de água e a sobrecarga nos taludes (GERSCOVICH, 2016). Uma manta de impermeabilização também é instalada entre o revestimento de concreto e o talude, para assim garantir a estanqueidade (DUTRA, 2013). Os taludes dão suporte aos canais, servindo como base de sustentação e estabilidade do solo. Durante o trabalho de construção dos taludes, em áreas com rochas sem consistência e com material arenoso se utilizavam telas de ferro e concreto projetado para segurar o solo (GERSCOVICH, 2016).

Tanto para os canais, quanto para os taludes, cálculos estruturais foram realizados para garantir a integridade das paredes do canal frente às forças aplicadas pela massa de água passando pelo canal e pela massa de matéria de cada lado do canal. Além destes cálculos, uma margem de segurança foi aplicada, prevendo

diferentes fatores como, por exemplo, o encharcamento da terra dos taludes por causa da água da chuva e do entupimento dos drenos, aumentando a pressão que vem da massa exterior que se aplica nas paredes de concreto do canal. No entanto, alguns fatores podem causar problemas a obra. É o caso de fatores bióticos, como a presença de animais escavadores (GERSCOVICH, 2016). A escavação da terra por animais para estabelecer seus ninhos ou suas tocas, causa a presença de câmaras de ar no solo (TROVATI et al., 2009). Essas câmaras de ar em contato com a parede do canal provocariam uma mudança na anulação do empuxo de ambos os lados do canal. Caso o volume destas câmaras de ar sejam grandes demais, esse fator poderia superar a margem de segurança escolhida, provocando um colapso da estrutura naquele local (GERSCOVICH, 2016). Recentemente a presença de um destes animais cavadores, formigas-saúvas, com a observação de seus ninhos, foi constatada nos taludes de um trecho de canais do PISF do Eixo Norte.

As formigas-saúvas é um dos nomes populares dado às espécies de formigas do gênero *Atta* Fabricius, 1804 (Formicidae, Myrmicinae, Attini), que junto às espécies do gênero *Acromyrmex* Mayr, 1865 (Attini) são chamadas de formigas-cortadeiras. O gênero *Atta* se encontra primariamente na região Neotropical, com algumas poucas espécies ocorrendo secundariamente na região Neártica (DELABIE et al., 2011). Elas estão entre as formigas mais conhecidas do Novo Mundo, isso se deve a sua importância, principalmente, pelos danos causados à agricultura e silvicultura, já que apresentam o hábito de cortar vegetais frescos para cultivarem fungos simbiotes dos quais retiram seu alimento. Em consequência dos danos causados por formigas-cortadeiras do gênero *Atta* e *Acromyrmex*, Vilela (1986) observou que as formigas-cortadeiras representam 75% dos custos e do tempo despendido no controle de pragas. Contudo, os prejuízos causados não se limitam apenas aos gastos com o controle, mas também devido à redução da produtividade do material lenhoso, ocasionado pela desfolha das plantas. Com base nisso Matrangolo et al. (2010) avaliaram por meio do desfolhamento total, simulado artificialmente, que houve redução significativa no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis*, e concluiu que *in situ* poderia ser viável economicamente a manutenção de áreas infestadas por formigas-cortadeiras. Podendo causar também prejuízos na forragicultura quando analisado o ataque das formigas sobre as gramíneas (PICANÇO et. al., 2000).

Enquanto as formigas-saúvas são conhecidas principalmente pelos seus danos como pragas na agricultura, os seus ninhos podem causar impactos nas construções

humanas. Esse tipo de problema é relatado no Brasil pelo menos desde os trabalhos de Francisco A. M. Mariconi que na sua obra de síntese sobre as formigas-sáúvas, “As saúvas”, publicada em 1970, relata “danos às construções (prédios, represas, pontes, pontilhões, mausoléus e túmulos) e estradas (rodoviárias e ferroviárias)” (MARICONI, 1970). Ferreira (2010) relatam que os danos causados em barragens são especialmente importantes, onde há registros de rupturas causadas pelo estabelecimento de saúveiros no sopé da barragem devido à grande movimentação de terra proporcionada pelas formigas, ocorreu o abalo da estrutura que acabou por destruir uma represa. Este autor ainda destaca que há também o registro de afundamento de estradas devido à presença de formigueiros instalados em suas margens. Os mesmos problemas são relatados em outros países (HOOPER-BUI & SEYMOUR 2007; MONTOYA-LERMA et al. 2012). Além do mais, as formigas-cortadeiras podem ter uma influência tanto negativa, tanto positiva, dependendo do contexto e do experimento realizado, sobre as áreas de regeneração ou de recuperação da cobertura vegetal (SANTOS et al. 2019; KNOECHELMANN et al. 2020). As formigas em geral têm um impacto muito grande nos ambientes terrestres naturais, pois sua abundância e dominância ecológica se equivale a sua vasta distribuição geográfica, se adaptando muito bem a ambientes antrópicos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; DELLA LUCIA & SOUZA, 2011).

As espécies de *Atta* são caracterizadas por formar colônias gigantescas, podendo atingir milhões de operárias que constroem ninhos subterrâneos com várias entradas e saídas, que servem também como chaminés de aeração (MOREIRA, 2004). À medida que as colônias de formigas-cortadeiras crescem, os túneis e câmaras são expandidos radialmente para manter as condições dentro do ninho favoráveis ao crescimento de fungos e ninhadas (ALVARADO, BERISH, & PERALTA, 1981; JONKMAN, 1976; MOREIRA, FORTI, ANDRADE, et al., 2004). Constituídos por câmaras, também chamadas de painéis, com diferentes funções e túneis, também chamados de canais, escavados pelas operárias, esses ninhos exercem efeitos sobre o solo devido ao grande tamanho, podendo possuir mais de 250 metros quadrados em área, 7 metros de profundidade e até 8.000 câmaras subterrâneas (EDRINGER, 2012; HOLLDOBLER & WILSON 2010; DELLA LUCIA, 2011; LEAL et al., 2017). A quantidade de terra removida pelas formigas durante a manutenção e expansão dos ninhos, pode chegar a mais de 40 toneladas de solo (MOREIRA et al., 2004). Com os efeitos das perturbações causadas por um ninho de formiga-cortadeira podendo durar até 15 anos após a morte da colônia (BIEBER et al., 2011; LEAL et al., 2012). O

crescimento dos ninhos de formigas faz com que a quantidade de terra removida do solo aumente (LEAL et al., 2017). Esse crescimento pode, portanto, acabar causando problemas em obras, como quando esses ninhos se instalam nos alicerces da construção através desses bolsões de ar criados por elas (BUENO et. al., 2017).

Diante da constatação da presença de formigueiros, que pelo tamanho e características eram de uma formiga-cortadeira, nas obras do PISF, o programa de Plano de Gestão, Controle Ambiental e Social das Obras e o Programa de Conservação da Fauna e da Flora realizaram um trabalho de registro de ninhos grandes de formigas presentes nas estruturas do Eixo Norte do PISF em maio de 2021. A partir desta descoberta há uma necessidade, urgente, de estudar e analisar a presença das formigas-cortadeiras na região do PISF.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Esse trabalho tem como objetivo mapear a presença de populações de formigas-cortadeiras, nos canais e proximidades das áreas do PISF e estabelecer diretrizes iniciais para o plano de manejo das formigas-cortadeiras no canal da transposição.

### **2.2. Objetivos específicos**

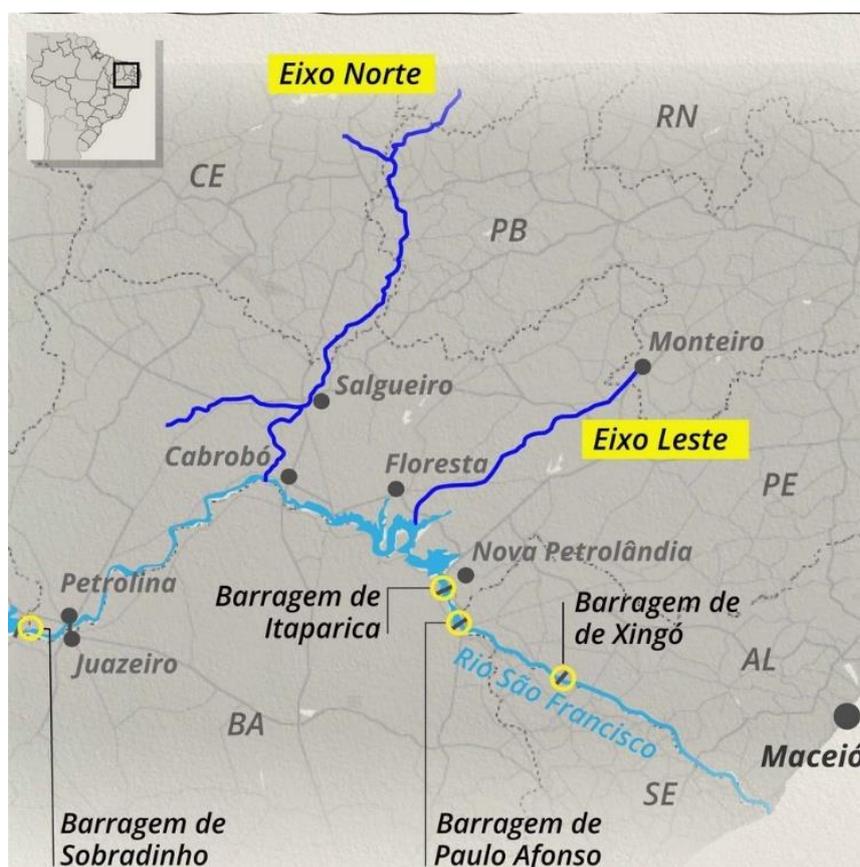
- Confirmar a presença e registrar a distribuição de ninhos de formigas-saúvas ao longo do canal e áreas adjacentes do eixo norte do PISF;
- Identificar as espécies de formigas-saúvas responsáveis pela construção dos ninhos;
- Analisar a distribuição dos ninhos encontrados.
- Estabelecer diretrizes iniciais para pesquisa e plano de manejo das formigas-cortadeiras no canal da transposição.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

No ano de 2016, o Eixo Norte da transposição do Rio São Francisco (fig. 1) possuía apenas 16,15% das obras concluídas. Em 2019 este percentual aumentou para 31,54%, alcançando 100% de execução em 2022 (BRASIL, 2022). A área diretamente afetada (AID) do projeto de integração do rio São Francisco abrange uma faixa, ao longo das estruturas do projeto, com uma largura de cinco quilômetros para cada lado ao longo do canal. É nessa área que são efetuadas as principais ações para o transporte da água, incluindo: a construção de canais, estações de bombeamento, túneis, aquedutos, reservatórios, e edificações temporárias na obra (BRASIL/DNPM, 1995; FECHINE, 2014; GALVÍNCIO, 2014).

**Figura 1** - Mapa da transposição em dois eixos, Norte e Leste. Fonte: Ministério do Desenvolvimento regional.



A região Nordeste Setentrional possui clima semiárido, com média anual de temperatura de 24 °C, sendo a máxima anual de 40 °C e a mínima de 20 °C. A média de precipitações na região é de 605 a 635 mm/ano, distribuídas irregularmente no espaço entre janeiro e maio (BRASIL/DNPM, 1995; FECHINE & GALVÍNCIO, 2014). O solo da região abrangida pela transposição apresenta grande potencial para

agricultura irrigada, podendo ser realizadas nessas áreas o cultivo de frutas, como melão, abacaxi, uva, acerola, melancia e goiaba (BRASIL, 2004).

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) situa-se dentro do Domínio Caatinga, cuja vegetação é caracterizada pela presença de plantas de tamanho variável e adaptadas ao clima semiárido, possuindo alta resistência à constante falta de água. As plantas da região têm como principal característica a perda de folhas durante a estação seca, podendo também apresentar folhas modificadas em espinhos, evitando assim a perda desnecessária de água (PRADO, 2003)

A região abrangida pela transposição apresenta uma fauna bastante diversificada e adaptada ao ambiente semiárido. Os insetos, por exemplo, são apontados como o grupo de seres vivos que mais contribuem nos processos ecossistêmicos (VIEIRA, 2011). Levantamentos mostram que os principais grupos encontrados na caatinga pertencem a ordem Hymenoptera e Coleoptera (SILVA, 2020; SILVA 2022). Segundo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado em 2004 nas áreas do PISF, indicou-se a presença de mais de 400 espécies de aves, além de aves migratórias que passam pela região. Dentre as aves registradas, foram citadas: garças, jandaia, galo-da-campina, tico-tico-do-mato, socós, pica-pau-anão-da-caatinga, bacurau-da-caatinga, pinto-do-mato, tico-tico-do-são-francisco, cardeal-do-nordeste e perdiz.

### **3.2. Registro dos ninhos de formigas-saúvas**

A procura dos ninhos ao longo do canal do Eixo Norte do PISF ocorreu durante três expedições de campo: a primeira entre os dias 13, 14 e 15 de dezembro do ano de 2022; a segunda nos dias 23, 24 e 25 de janeiro de 2023; e a terceira no dia 30 de fevereiro de 2023. A observação teve o auxílio de um veículo que seguiu o comprimento do canal, margeando-o por ambos os lados. Para facilitar a observação dos montes de terra formados pelos ninhos (murundus) das formigas-cortadeiras que se destacavam sobre o solo, foi estabelecida uma velocidade controlada para o veículo, variando de 20 a 30 km/h.

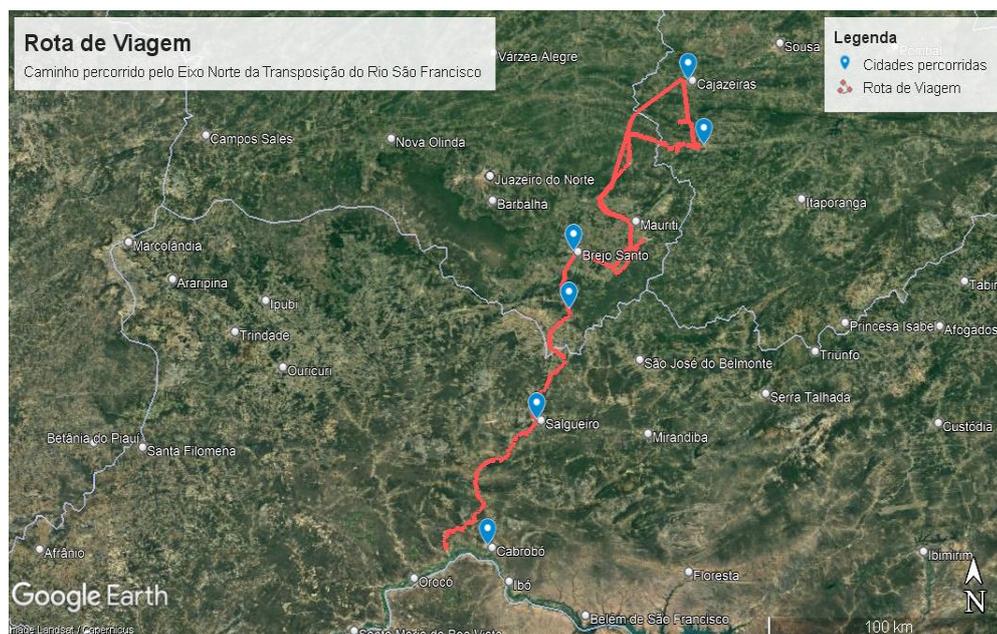
Foram percorridos 520 quilômetros referente a soma do lado direito e esquerdo do canal do Eixo Norte do PISF, que se estendem desde Cabrobó às margens do Rio São Francisco, e percorrem os estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, concluindo o percurso no reservatório de Boa Vista em São José de Piranhas. O trabalho abrangeu as estradas paralelas ao canal, laterais dos taludes e cristas dos taludes

onde já houve registros da presença dos ninhos anteriormente durante o levantamento realizado no ano de 2021. Não foram incluídos no estudo as áreas dos reservatórios, as estações de bombeamento e os túneis.

Nas proximidades de Umburanas-CE, o trecho do canal foi percorrido a pé para garantir melhor visualização dos ninhos e trilhas de forrageamento nos taludes e próximos ao canal. Isso se deve aos registros anteriores relatados pelo Consórcio operador do PISF, onde foram localizados uma quantidade significativa de ninhos de formigas-cortadeiras no trecho entre as cidades de Brejo Santo – CE e Mauriti – CE nas estruturas do canal da transposição.

As rotas percorridas durante o trabalho de procura dos ninhos (fig. 2) foram cedidas pela equipe do NEMA (Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental) responsável pela observação de espécies invasoras (Algarobas). Essas rotas margeiam o canal por meio das estradas paralelas e sobre a crista do canal, indicando desvios e trechos mais acessíveis durante o percurso com veículos.

**Figura 2** - Rota de monitoramento dos ninhos de formigas-cortadeiras no Eixo Norte do PISF. Fonte: Google Maps.



Durante o percurso, os ninhos avistados foram georreferenciados e fotografados. As fotos, a marcação das coordenadas e georreferenciamento foram registrados com o auxílio de um celular e tablet usando os aplicativos Locus Map e Timestamp Camera Free. Para a construção do mapa de distribuição dos ninhos foi utilizado o programa QGIS.

Todo o trajeto percorrido durante a observação dos ninhos ao longo do canal também foi registrado com o aplicativo Locus Map, indicando as rotas percorridas durante a busca pelos ninhos. Os pontos marcados no mapa contavam com fotos de referência para auxiliar na localização posterior desses ninhos. O registro dos ninhos tomou como base a nota técnica efetuada em 2021 pelo consórcio Gestor Ambiental (FERNANDES, 2021). Em um dos trechos onde nenhum ninho foi encontrado ao longo do canal, entre Cabrobó – PE e Salgueiro – PE, foram realizadas conversas informais com moradores locais sobre a presença de formigas-saúvas na região.

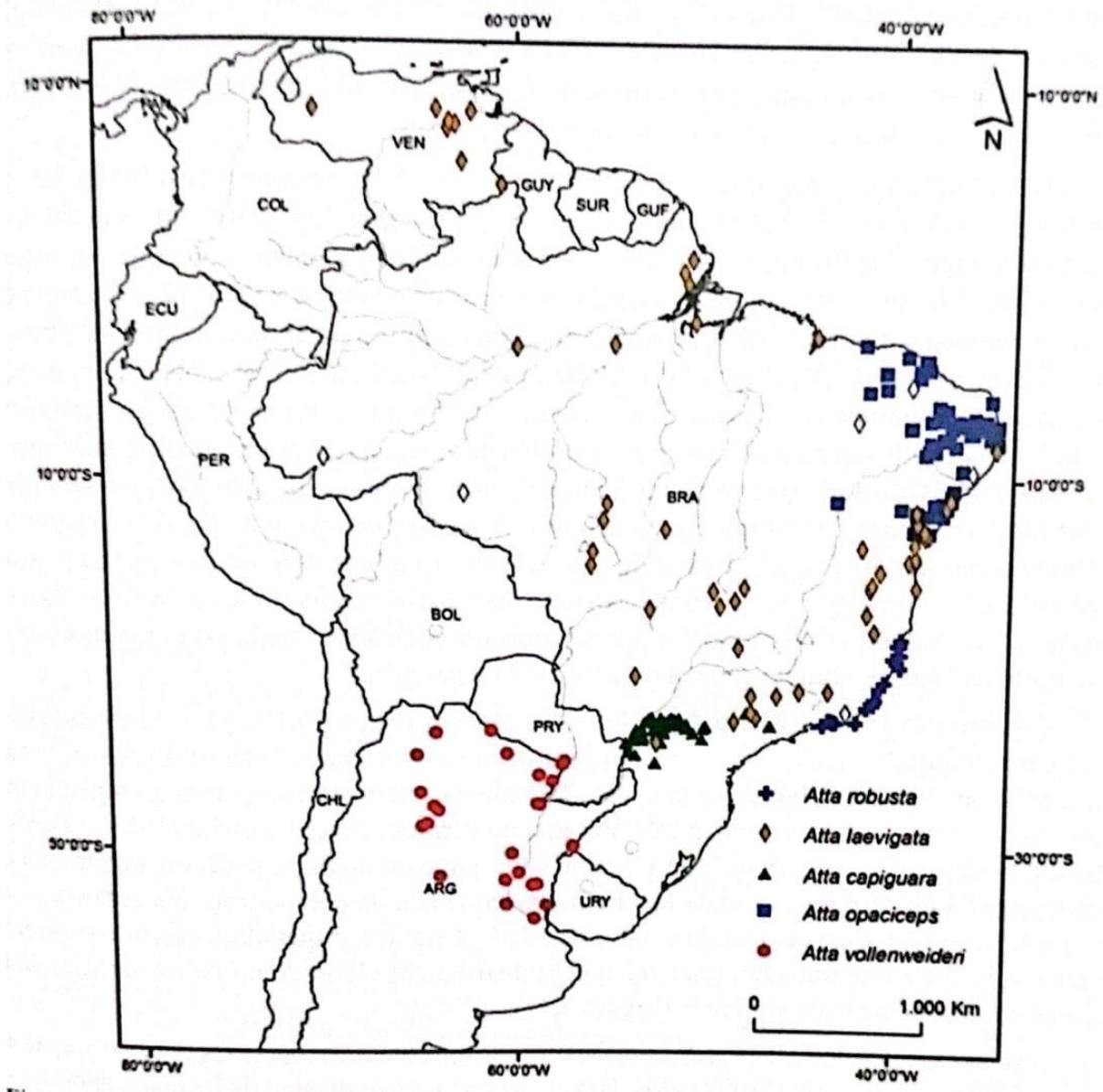
### **3.3. Coleta e identificação das formigas**

Em quatro ninhos mapeados, onde foi avistada a presença de formigas nas proximidades, foi coletado um indivíduo de cada ninho com o auxílio de uma pinça. A coleta dos espécimes ocorreu durante o período da tarde. Os indivíduos coletados foram armazenados em tubos tipo eppendorf preenchidos com álcool 70%. A coleta foi realizada sob a licença permanente para coleta de material zoológico N°72716-4 do professor Benoit Jean Bernard Jahyny, concedida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Ministério do Meio Ambiente – MMA.

Os espécimes foram levados para a coleção do Laboratório de Mirmecologia do Sertão, localizado no CEMA-FAUNA CAATINGA, UNIVASF, Petrolina-PE. Os espécimes foram montados em triângulos de papel e alfinete para melhor visualização dos caracteres utilizados para sua identificação taxonômica no estereomicroscópio. Os dados de coleta foram em etiqueta, adicionada ao espécime montado.

A identificação ao nível de gênero dos indivíduos coletados foi feita usando as chaves de identificação das subfamílias e dos gêneros das formigas do Brasil disponíveis em Baccaro et al. 2015. A partir da identificação do gênero, *Atta* Fabricius, 1805, os espécimes foram identificados utilizando as chaves de identificação para as espécies deste gênero de Gonçalves (1942), Borgmeier (1959) e Mariconi (1970). Os registros de distribuição de formigas-cortadeiras no Brasil (fig. 3) e distribuição das principais espécies no Nordeste foram também utilizados (MARICONI, 1970; DELABIE et al., 2011; SCHAEFER et al., 2021), para inferir as principais espécies que poderiam ser encontradas na região do PISF.

**Figura 3** - Distribuição de *Atta* spp.: *A. robusta*, *A. laevigata*, *Atta capiguara*, *A. opaciceps*, *A. vollenweideri*. Fonte: DELABIE et al, 2011.



### 3.4. Análise da distribuição dos ninhos

O mapa de distribuição dos ninhos foi criado utilizando o software QGIS. O mapa e as fotos dos ninhos foram analisados a partir da procura de parâmetros correlacionados com a presença ou ausência dos ninhos, e a partir dessas análises foram elaboradas hipóteses.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Identificação das formigas coletadas

As formigas encontradas e coletadas durante as buscas foram identificadas como *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Myrmicinae, Attini). As fotos dos espécimes (fig. 4) foram comparadas com a descrição de Borgmeier (1959) e com as imagens de um espécime coletado na localidade tipo presente na plataforma AntWeb. Contudo, em relação à chave de Borgmeier (1959) houve disparidade quanto ao passo 6, referente a largura da cabeça do soldado, que segundo Borgmeier, deve ter mais de 6mm, enquanto os espécimes coletados apresentaram a largura da cabeça inferior a 6mm.

A distribuição geográfica das principais espécies de *Atta* segundo Borgmeier (1939), Forti (2020), Mariconi (1970), Delabie et al. (2011) e Schaefer et al. (2021), a única espécie de *Atta* encontrada na região é *A. opaciceps*, corroborando com a identificação. Pelas características iguais dos ninhos encontrados, foi considerado que todos os ninhos registrados no estudo são da espécie *A. opaciceps*. Mais coletas não foram realizadas devido aos horários que foram realizadas as procuras dos ninhos. Durante grande parte do dia as formigas não apresentaram grande atividade de forrageio.

Das espécies de *Atta* que apresentam ocorrência no Brasil, *Atta opaciceps* apresenta a maior tolerância a baixa umidade, altas temperaturas e ocorrência exclusiva do Nordeste brasileiro na Caatinga. Sua distribuição ocorre no semiárido brasileiro, que ocupa 755.154 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 8,4% do território brasileiro. *Atta opaciceps* tem ocorrência nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (DELABIE et al., 2011; SCHAEFER et al., 2021). A construção dos seus ninhos pode variar, se apresentando tanto em áreas abertas quanto sombreadas. Os ninhos dessa espécie apresentam uma disposição de terra solta e depositada de forma irregular, por vezes se assemelhando também a de outras espécies de *Atta*, como *A. sexdens* e *A. laevigata* (FORTI et al., 2011).

*Atta opaciceps* é uma espécie adaptada ao clima semiárido, também abrangendo as áreas do PISF. Moradores locais confirmaram a presença de formigas

grandes e avermelhadas que costumam atacar suas plantações cortando suas folhas, assim como a presença de grandes ninhos na região. Segundo relatos de moradores locais, essas formigas já se encontravam na região antes da chegada das obras do PISF.

**Figura 4** - Imagem em vista dorsal da cabeça e vista lateral do corpo de um soldado de *Atta opaciceps* coletada do ninho 01. Fonte: Gabriel Celante.



Os soldados coletados (fig. 4) foram encontrados durante a atividade de forrageio das formigas. As trilhas de forrageio que saíam dos ninhos seguiam por vários metros na direção de roças e vegetação próxima do canal. As trilhas de forrageamento (fig. 5) eram bem definidas, demarcando o trajeto realizado.

**Figura 5** - Trilha de forrageamento do ninho 24 de *A. opaciceps*. Fonte: Acervo Pessoal.



## 4.2. Mapeamento dos ninhos

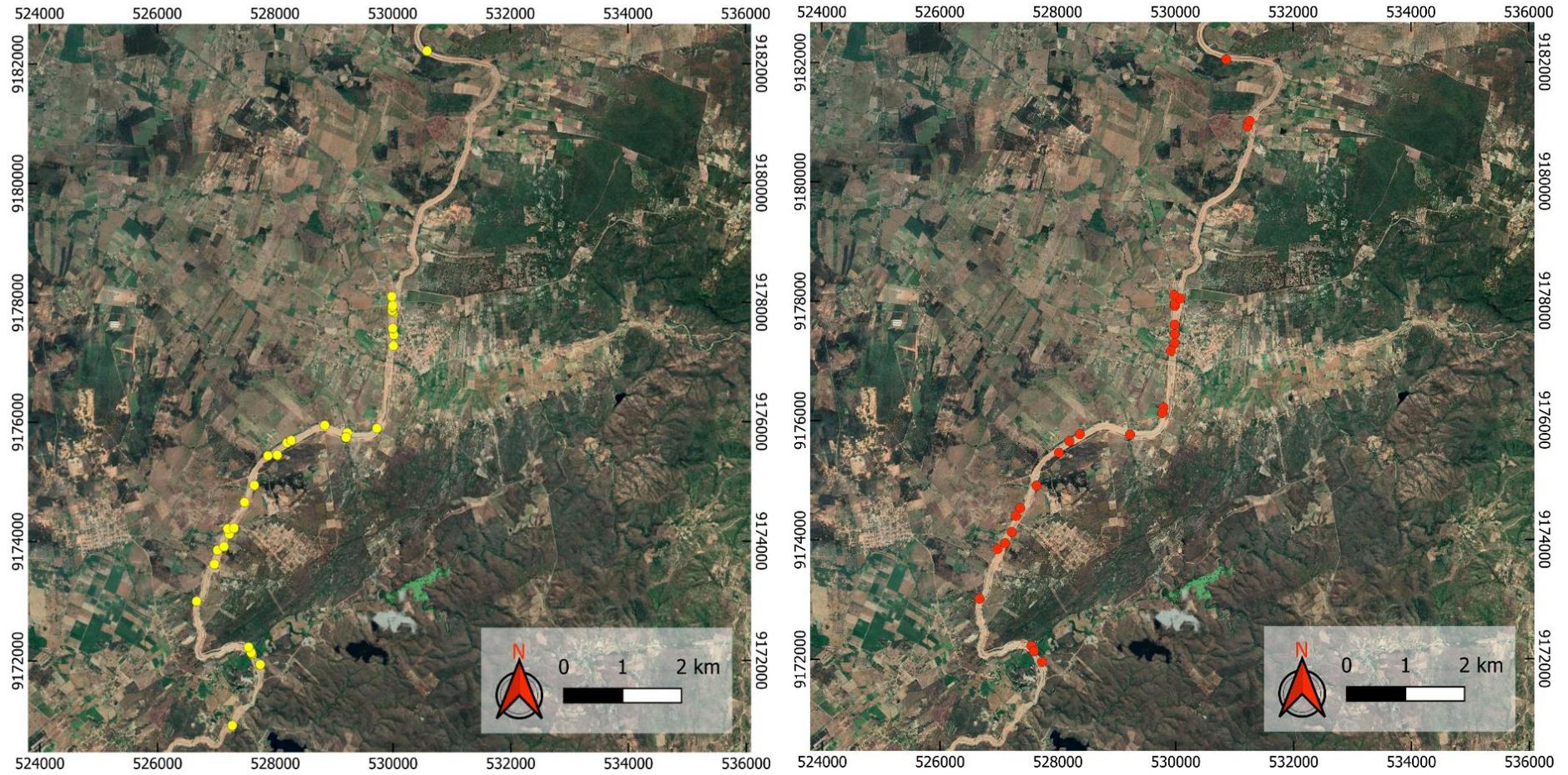
Dentre os 260 quilômetros abrangidos pelo Eixo Norte da transposição, apenas o trecho de 22,8 quilômetros (8,76%) de extensão do reservatório de Boi I à entrada do túnel de Cuncas I, apresentou ninhos de formigas-saúvas. No total foram registrados 31 ninhos de formigas-cortadeiras da espécie *A. opaciceps* sobre taludes, taludes de bueiro, berma do seguimento, aqueduto e fora das estruturas do canal (tabela 1).

Esses dados condizem com os relatados na nota técnica de maio de 2021 (FERNANDES, 2021) que registrou a presença de 33 ninhos com tamanho superior a 2m<sup>2</sup>. A localização de 27 dos ninhos, com tamanho superior à 2m<sup>2</sup>, coincidiu com os descritos na Nota Técnica (fig. 6). Seis dos 33 ninhos com tamanho superior à 2m<sup>2</sup> registrados na Nota técnica não foram encontrados. Contudo foi registrada a presença de quatro ninhos com tamanho inferior a 2m<sup>2</sup> que não haviam sido registrados em 2021. De acordo com a Nota Técnica de 2021, ninhos inferiores a 2m<sup>2</sup> não foram considerados no mapeamento, sendo deixados de fora do estudo. Desta forma, não se sabe se os quatro novos registros representam ninhos novos ou se eles já estavam presentes em 2021.

O tempo de vida de uma colônia depende da longevidade da rainha para que haja a manutenção na população de formigas no ninho. Em laboratório já foi registrado que a longevidade de uma rainha de *Atta* pode ultrapassar 14 anos (AUTUORI, 1950; LOECK et al., 2000).

De 2021 a 2023, seis ninhos com tamanho superior a 2m<sup>2</sup> não foram encontrados, o que pode indicar que a colônia morreu neste espaço de tempo. No entanto, não podemos descartar a falha do registro georreferenciado dos ninhos.

**Figura 6** - Comparação dos ninhos mapeados em 2021 (amarelo) com os mapeados em 2023 (vermelho). Fonte: QGIS.



**Tabela 1** - Tabela de coordenadas e localidade dos ninhos de *Atta opaciceps*.

<b>Ninho</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Local</b>	<b>Data</b>	<b>Orientação</b>
N 01	S 07° 29.467', W 038° 44.919'	Talude	14/12/2022	Direito/Leste
N 02	S 07° 29.321', W 038° 45.018'	Talude	14/12/2022	Direito/Nordeste
N 03	S 07° 28.387', W 038° 45.260'	Talude de bueiro	14/12/2022	Direito/Sudeste
N 04	S 07° 28.286', W 038° 45.199'	Talude de bueiro	14/12/2022	Direito/Sudeste
N 05	S 07° 27.864', W 038° 44.969'	Talude de bueiro	14/12/2022	Direito/Leste
N 06	S 07° 27.564', W 038° 44.763'	Talude de bueiro	14/12/2022	Direito/Sudeste
N 07	S 07° 27.399', W 038° 44.106'	Talude de bueiro	14/12/2022	Direito/Sul
N 08	S 07° 26.569', W 038° 43.696'	Talude	14/12/2022	Direito/Leste
N 09	S 07° 26.485', W 038° 43.694'	Talude	14/12/2022	Direito/Leste
N 10	S 07° 26.413', W 038° 43.694'	Talude / com cimento	14/12/2022	Direito/Leste
N 11	S 07° 26.400', W 038° 43.694'	Talude / com cimento	14/12/2022	Direito/Leste
N 12	S 07° 26.229', W 038° 43.693'	Talude / com cimento	14/12/2022	Direito/Leste
N 13	S 07° 26.207', W 038° 43.692'	Talude / com cimento	14/12/2022	Direito/Nordeste
N 17	S 07° 26.130', W 038° 43.699'	Talude	24/01/2023	Esquerdo/Noroeste
N 18	S 07° 26.637', W 038° 43.729'	Talude / com cimento	24/01/2023	Esquerdo/Oeste
N 30	S 07° 20.862', W 038° 41.176'	Talude / ninho novo	25/01/2023	Esquerdo/Noroeste
N 31	S 07° 21.170', W 038° 41.310'	Talude	25/01/2023	Direito/Sudeste
N 15	S 07° 29.370', W 038° 44.993'	Pilar do Aqueduto	23/01/2023	Esquerdo
N 14	S 07° 26.163', W 038° 43.645'	Fora do talude / na estrada de acesso ao canal	14/12/2022	Direito
N 16	S 07° 28.891', W 038° 45.497'	Fora do talude / próximo a estrada	23/01/2023	Esquerdo
N 19	S 07° 27.153', W 038° 43.798'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 20	S 07° 27.202', W 038° 43.808'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 21	S 07° 27.395', W 038° 44.570'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 22	S 07° 27.459', W 038° 44.666'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 23	S 07° 28.068', W 038° 45.121'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 24	S 07° 28.139', W 038° 45.160'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 25	S 07° 28.155', W 038° 45.172'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 26	S 07° 28.440', W 038° 45.330'	Fora do talude / próximo a estrada	24/01/2023	Esquerdo
N 27	S 07° 24.596', W 038° 43.023'	Fora do talude / longe da estrada / ninho novo	25/01/2023	Esquerdo
N 28	S 07° 24.548', W 038° 43.002'	Fora do talude / longe da estrada / ninho novo	25/01/2023	Esquerdo
N 29	S 07° 23.987', W 038° 43.220'	Fora do talude / próximo a estrada	25/01/2023	Esquerdo

### 4.3. Análise da distribuição dos ninhos de *A. opaciceps* registrados

O Eixo Norte do PISF apresenta uma orientação Sul/Norte, com a água seguindo neste sentido, portanto foi considerado que o lado direito do canal está direcionado para o Leste enquanto o lado esquerdo para o Oeste. No entanto o canal não se apresenta construído de maneira linear, havendo variação exposição de seus lados em relação ao sol em alguns trechos.

A quantidade de ninhos encontrados em ambos os lados do canal foi bastante semelhante. Onde 15 ninhos foram encontrados no lado direito do canal e 16 ninhos no lado esquerdo.

Quanto a sua localização em relação às infraestruturas do PISF analisadas: dezessete ninhos foram registrados sobre os taludes; um ninho no pilar do aqueduto Pinga (fig. 7); e 13 ninhos foram encontrados próximo ao canal, mas não em suas estruturas. Dos 17 ninhos encontrados nos taludes, 14 estavam localizados do lado direito do canal e apenas três no lado esquerdo. Os taludes são relevos trapezoidais e ao contrário do solo plano (não sombreado), recebem a luz do sol de maneira diferente em função a sua orientação em relação ao sol. Dos 17 ninhos encontrados nos taludes: sete estavam direcionados para o Leste; dois para o Nordeste; quatro para o Sudoeste; um para o Sul; dois para o Noroeste; e um para o Oeste (tabela 1). Portanto a maioria apresentou uma orientação “nascente”. Mostrando que a orientação dos taludes em relação ao sol ou o sombreamento pela vegetação são possíveis parâmetros para o estabelecimento e desenvolvimento de uma colônia de *A. opaciceps*.

**Figura 7** - Murundu criado pelas formigas do gênero *Atta* em pilar de aqueduto. Fonte: Acervo pessoal.



Dos ninhos do lado direito encontrados nos taludes, cinco (35,7%) foram encontrados acima de taludes de bueiros (fig. 8). Na porção de 23 km com ninhos de formigas-saúvas, foram encontrados 18 taludes de bueiro, ou seja, 27,7% dos taludes de bueiro nessa área se encontram ocupados pelas formigas. Não foi confirmado se os taludes de bueiro representam um local favorável, pela umidade retida em tais estruturas, à fundação e desenvolvimento de uma colônia de *A. opaciceps*. Nem que essa estrutura seja um parâmetro para o monitoramento dos ninhos. Pois a maioria dos taludes de bueiro encontrados nesse trecho de 23 km não apresentou ninhos das formigas, sendo possível que haja outro fator além da umidade que atraia as formigas-saúvas para essas estruturas.

**Figura 8** – Ninho de *Atta* sobre talude de bueiro no canal. Fonte: Acervo Pessoal.



*A. opaciceps* costuma fazer seus ninhos tanto em áreas sombreadas quanto não sombreadas (FORTI et al., 2011), porém foi observado durante o mapeamento dos ninhos uma preferência de nidificação em áreas com temperaturas mais amenas durante o dia, com baixa incidência solar durante os horários das 09:00 às 16:00. Contudo esse padrão de construção de ninho não se repete no restante da obra. Em áreas com menor incidência solar em outros trechos durante o dia no lado direito, não

foram encontrados ninhos de formigas-cortadeiras sobre os taludes, mesmo com a distribuição dessas formigas abrangendo toda a região.

Em relação à proximidade dos ninhos à vegetação, os ninhos foram localizados tanto nos taludes, onde não há plantas de porte alto ou médio, quanto mais próximos à vegetação local que cerca o canal. A presença dos ninhos fora dos taludes foi mais acentuada no lado esquerdo do canal, sombreados por plantas, com ninhos de tamanhos variados. Dos 31 ninhos encontrados durante o trabalho, 16 foram registrados no lado esquerdo do canal, sendo 12 desses ninhos encontrados associados a alguma cobertura vegetal fora do canal. Foi observado também que durante a atividade de forrageio das formigas, elas atacavam tanto as espécies vegetais que estavam próximas ao canal, a estrada lateral e roças, quanto as que estavam sobre os taludes. Portanto os ninhos estão sempre localizados perto de uma área de plantas (fig. 9).

Um outro dado interessante é a presença dos ninhos de *A. opaciceps* em apenas um trecho do canal do eixo Norte do PISF sendo que moradores locais relataram a presença de formigas-saúvas na região toda. Só podemos emitir algumas hipóteses em relação a isso: Há uma área de vegetação natural próxima com muitos ninhos que serviria de fonte de novas rainhas? As atividades agrícolas da região favorecem a presença dos ninhos de formigas-saúvas? O solo da região é diferente?

**Figura 9** - Ninho de *Atta* debaixo de uma árvore próximo ao canal. Fonte: Acervo pessoal.



#### 4.4. Efeitos dos ninhos de *A. opaciceps* nas estruturas observadas no Eixo Norte do PISF

A relação da presença dos ninhos com a fragilidade do solo e possível desestruturação dos taludes não foi observada durante o estudo. Contudo, o crescimento dos ninhos acarreta também em uma maior quantidade de terra revolvida e mais câmaras, aumentando assim os espaços vazios no solo. Alguns ninhos apresentaram as entradas com pouca ou quase nenhuma terra nos murundus, indicando a ação erosiva das chuvas, vento e tráfego de veículos e animais sobre as áreas afetadas pelos ninhos.

Com a ação erosiva da água da chuva nas regiões de ninhos abandonados ou cujos olheiros sejam muito grandes, o aumento da fragilidade do solo é um tópico a ser considerado. O ninho 014 (fig. 10), localizado em uma das estradas de acesso ao canal, apresentava sinais de erosão e risco aos automóveis que trafegassem por cima do ninho, podendo provocar algum dano ou acidente durante a utilização deste trecho para o acesso ao lado direito do canal.

**Figura 10** - Entrada de ninho sobre estrada de acesso ao canal. Fonte: Acervo Pessoal.



#### 4.5 Tentativas de controle utilizando cimento

Foram encontrados ninhos cujas entradas foram preenchidas com cimento diluído em água (fig. 11) para preencher as câmaras e soterrar a rainha juntamente com o fungo. A utilização da calda de cimento, além de matar a colônia promoveria o preenchimento das cavidades internas dos ninhos, acabando com os bolsões de ar que poderiam fragilizar a estrutura do canal. Dentre os 31 ninhos encontrados, cinco apresentaram o método de controle com a utilização de cimento diluído em água para o preenchimento dos ninhos. Destes cinco ninhos, apenas dois não apresentavam mais indicativos da atividade de formigas-saúvas. Os três outros ninhos com entradas preenchidas com cimento apresentavam atividade, com o revolvimento de terra próximo as entradas, e manutenção recente dos ninhos pelas formigas e trilhas de forrageio. Não sabemos as proporções de água e cimento que foram utilizadas. Essas proporções devem ser adequadas para que o cimento não fique muito diluído e quebradiço, solidificando de maneira incorreta. Da mesma forma, as proporções não devem ficar tão concentradas, fazendo com que o cimento se solidifique antes de chegar nas câmaras mais profundas do ninho, não matando a rainha ou não alcançando todas as câmaras de cultivo do fungo. A localização dos ninhos pode também ter dificultado a passagem da calda pelos tuneis e pelas câmaras, não matando a rainha e o fungo.

**Figura 11** - Ninhos na crista do talude preenchidos com cimento. Fonte: Acervo Pessoal.



A metodologia de utilização de cimento diluído é comumente realizada em estudos de arquitetura interna de ninhos de formigas-cortadeiras. Verza et al., por exemplo, foram os primeiros a utilizar essa metodologia com cimento na modelagem de ninhos de um outro gênero de formigas-cortadeiras, *Acromyrmex* em 2007. Mas vale ressaltar que esse gênero não apresenta ninhos tão grandes e profundos quanto os ninhos de *Atta*. Contudo, não é uma metodologia de controle utilizada por quem combate as formigas-cortadeiras, visto que injetar cimento no solo não seria adequado nas plantações, sendo mais comumente utilizado o controle químico com iscas formicidas. No caso de ninhos em infraestruturas, essa metodologia poderia ser útil. No entanto a metodologia tem que ser testada para se desenvolver um protocolo, proporções de água e cimento e método de aplicação, o mais adaptado à situação.

#### **4.6. Controle biológico sugerido para as formigas-saúvas**

Tendo em vista o resultado ineficiente do cimento no controle das formigas e os riscos que podem gerar ao consumo da água da transposição com a utilização de produtos químicos, outros métodos alternativos devem ser usados. Uma alternativa já comprovada é o emprego da filosofia do manejo integrado de pragas (MIP), que é a combinação de diversos métodos de controle (físico e biológico). Tal método exige o conhecimento da biologia e comportamento da formiga para o otimizar seu controle (OLIVEIRA et al., 2011).

A própria região apresentar muitos ninhos de formigas-saúvas, como foi relatado por moradores locais, fazendo com que haja uma preocupação com o período de revoada dessas formigas que podem estabelecer novas colônias nas estruturas do canal. Sendo necessária a utilização de um método de controle durante o período de reprodução e nidificação das formigas-saúvas. A região apresenta espécies de aves nativas e migratórias que passam pelas áreas do PISF, que podem ser utilizadas como controle biológico para as formigas-cortadeiras durante a revoada desses insetos e estabelecimento de novos ninhos. Fazendo assim o controle das formigas ainda nos estágios iniciais de nidificação (ARAÚJO et al., 2011)

Para o controle biológico, a utilização de outros predadores e inimigos naturais como aranhas, outros insetos, répteis e anfíbios são recomendados na literatura. ARAÚJO et al, 2011 cita ácaros, aranhas (gênero *Argiope*) e besouros (*Canthon virens*, *Canthon divers*) são exemplos de inimigos naturais que podem ser utilizados no controle das formigas-cortadeiras.

A utilização de plantas na cobertura vegetal dos ninhos é uma medida de controle biológico utilizando plantas inseticidas e/ou resistentes as formigas-cortadeiras. Apesar dessas formigas serem consideradas herbívoros dominantes, algumas variedades de plantas são evitadas durante o forrageio (RIBEIRO & MARINHO, 2011). Fatores físicos e químicos na planta como a presença de tricomas, espessura da cutícula, dureza das folhas, presença de compostos químicos secundários, fenóis e taninos fazem com que as formigas não ataquem essas plantas. A utilização de plantas rasteiras, que não são atacadas pelas formigas, também é importante na cobertura das áreas de controle das formigas, devido a sua preferência de estabelecimento dos seus ninhos em áreas com pouca ou nenhuma cobertura vegetal (FORTI et al., 2011).

A utilização de plantas e estratos vegetais vem sendo utilizado também no controle de formigas-cortadeiras. Desde o século passado a *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae), também conhecido como gergelim, já havia sido relatada como tóxica para os saúvas (SANTOS, 1925; BARBIELINI, 1926; BORGES, 1926).

## 5. CONCLUSÃO

Encontrar *A. opaciceps* em construções humanas não é uma surpresa, as espécies deste gênero fazem seus ninhos tanto em ambiente natural do que antropizados. A importância dos impactos destas formigas nas obras do PISF deve ser analisada o quanto antes, pois o potencial de danos causados por esses indivíduos é real. Os ninhos de formigas-saúvas, que estão nas estruturas do canal, poderiam ser o testemunho de um problema estrutural do canal como rachaduras e pequenas fissuras. As rachaduras deixariam o solo mais úmido, o que atrairia as rainhas para estabelecer suas colônias na região. Como o crescimento do fungo requer um ambiente controlado com algum grau de umidade para o seu cultivo, o vazamento de água pode gerar essa umidade maior nos taludes. Contudo esse grau de umidade não necessariamente precisa ser muito elevado, pois os ninhos registrados neste trabalho foram identificados como pertencentes à espécie *A. opaciceps*, que apresenta uma tolerância maior ao clima semiárido e a baixa umidade. Além da espécie apresentar sua distribuição na região.

Ainda com relação a umidade, a presença dos ninhos apenas nas estruturas da Meta 3N pode ter influência da chapada do Araripe, se encontrando na mesma altitude que a região de Mauriti-CE, ambas localizadas em uma região subúmida.

A distribuição dos ninhos indicou uma preferência por áreas amenas, sombreadas, com presença de roças nas proximidades. Estabelecendo assim pontos a serem considerados durante o monitoramento dos ninhos de formigas-saúvas. A procura deve levar em consideração a umidade, atividade agrícola nas proximidades, sombreamento proporcionado pela vegetação e orientação do canal, assim como áreas perturbadas/degradadas próximas.

O uso de inseticidas químicos nos ninhos pode acabar contaminando a água da transposição, especialmente se a presença de ninhos de formigas-saúvas represente um indicativo de problemas estruturais no canal. Sendo mais adequado métodos de controle alternativos como o MIP, integrando diversos métodos de controle durante o combate as formigas-saúvas, evitando a utilização de compostos químicos.

Para o levantamento geral de informações sobre os impactos das formigas-saúvas nas obras do PISF são necessários diversos estudos: o desenvolvimento de um plano de manejo que engloba o monitoramento, controle, pesquisa sobre as formigas-saúvas e seus ninhos, análise de solo das áreas com e sem ocorrência de ninhos, identificação das espécies vegetais atacadas pelas formigas-saúvas, levantamento das espécies vegetais na área de influência direta da transposição. Tal levantamento deve abranger Eixo Norte, Eixo Leste e Ramais da transposição, ajudando, de um lado, no entendimento da influência dessas formigas nas obras do PISF e do outro lado, na compreensão de como a obra pode influenciar e contribuir para a distribuição e a ocupação das formigas-saúvas nas áreas afetadas pelo projeto. Tais fatores são determinantes para se estabelecer uma proposta de manejo e controle destas formigas, garantindo um controle mais efetivo e econômico das formigas-saúvas, evitar futuros prejuízos às estruturas da obra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, A., BERISH, C.W. AND PERALTA, F. (1981). **Leaf-Cutter Ant (*Atta cephalotes*) Influence on the Morphology of Aedepts in Costa Rica**. Soil Science Society of America Journal, 45: 790-794.

ARAÚJO, M. S.; PEREIRA, J. M. M.; GANDRA, L. C.; RIBEIRO, M. M. R.; OLIVEIRA, M. A. (2011). **Predadores e Outros Organismos Associados aos Ninhos de Formigas-Cortadeiras**. In: TMC Della-Lucia (Eds). Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo (pp.310-320). Viçosa: UFV.

AUTUORI, M. (1950). **Longevidade de uma colônia de saúva (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908) em condições de laboratório**, Cien. E Cult v. 2, n. 4, p. 285-286.

BACCARO, F. B.; Feitosa, R. M.; Fernández, F.; Fernandes, I. O.; Izzo, T. J.; de Souza, J. L. P.; Solar, R. 2015. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 388 pp. 10.5281/zenodo.32912

BARBIELINI, A. A saúva e o gergelim. **Chácaras e Quintaes**, v. 33, n 5, p.532, 1926.

BIEBER, A.G.D.; OLIVEIRA, M.A.; WIRTH, R.; TABARELLI, M.; LEAL, I.R. 2011. **Do abandoned nests of leaf-cutting ants enhance plant recruitment in the Atlantic Forest?** Austral Ecol 36: 220-232.

BORGES, A. A saúva e o gergelim. **Chácaras e Quintaes**, v. 33, n 6, p.538-539, 1926.

BORGMEIER, T. 1959. Nova contribuição para o conhecimento das formigas neotropicas (Hym. Formicidae). **Revista de Entomologia** (Rio de Janeiro) 10:403-428.

BOX CONSTRUTORA. **Transposição do Rio São Francisco**. 23 dez. 2014.

Disponível em:

<<https://contatoboxconstruc.wixsite.com/websitebox/post/transposi%C3%A7%C3%A3o-do-rio-s%C3%A3o-francisco>>. Acesso em: 29 ago. 2022.

BRASIL (2022, fevereiro). **Governo Federal vistoria estruturas do Eixo Norte da Transposição do Rio São Francisco**. [Online]. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/fevereiro/governo-federal-vistoria-estruturas-do-eixo-norte-da-transposicao-do-rio-sao-francisco>. Acesso em: 05 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias hidrográficas no Nordeste Setentrional. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Brasília, 2004.

BRASIL/DNPM. Projeto Serrita-Cedro, Fase I. **Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM**, Recife-PE, p.45, 1995.

BRASIL. **Transposição do Rio São Francisco**. Brasília, DF: Regional, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/transposicao-sao-francisco>. Acesso em: 01 jan. 2023.

BUENO O. C.; CAMPOS, A. E. C.; MORINI M. S. C. (Editores). **Formigas em ambientes urbanos no Brasil** / — Bauru, SP: Canal 6, 2017. 690p.

DELABIE, J.C.H., Alves, H.S.R., Reuss-Strenzel, G.M., Carmo, A.D. & Nascimento, I.D. (2011). **Distribuição das formigas-cortadeiras Acromyrmex e Atta no Novo Mundo**. In: TMC Della-Lucia (Eds). *Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo* (pp.80-101). Viçosa: UFV.

DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. (2011). **Importância e história de vida das formigas-cortadeiras**. In: TMC Della-Lucia (Eds). *Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo* (pp.13-26). Viçosa: UFV.

DELLA LUCIA T.M.C. **As formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**. Viçosa, Editora UFV. 421p. 2011.

DUTRA, V. A. S. **Projeto de Estabilização de Taludes e Estruturas de Contenção Englobando Dimensionamento Geotécnico e Estrutural**. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

EDRINGER, FABIOLA & VIANA-BAILEZ, ANA & BAILEZ, OMAR & TEXEIRA, MARCOS & LIMA, VICTOR & SOUZA, JOSE. (2012). **Load Capacity of Workers of Atta robusta During Foraging (Hymenoptera: Formicidae)**. *Sociobiology*. 59. 1-9. 10.13102/sociobiology.v59i3.551.

FECHINE, A; GALVÍNCIO J. Uma Forma de Convivência coma seca: Bacia Hidrográfica do Rio Brígida – Pernambuco – Brasil (A Form of the Living with Drought: Brigida River Watershed-Pernambuco-Brasil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2014.

FERNANDES, M. H. **Caracterização dos ninhos de formigas saúvas presentes nas estruturas da Meta 3N, Trecho II, Eixo Norte do PISF.** Consórcio Gestor Ambiental – CGA. Disponibilizado pelo Projeto São Francisco, 2021.

FORTI, L. C.; MOREIRA, A. A.; ANDRADE, A. P. P.; CASTELLANI, M. A.; CALDATO, N. (2011). **Nidificação e Arquitetura de Ninhos de Formigas-Cortadeiras.** In: TMC Della-Lucia (Eds). *Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo* (pp.103-125). Viçosa: UFV.

FORTI, L. C.; RANDO, J. S.; CAMARGO, R. da S.; MOREIRA, A. A.; CASTELLANI, M. A.; LEITE, S. A.; SOUSA, K. K. A.; CALDATO, N. **Occurrence of Leaf-Cutting and Grass-Cutting Ants of the Genus *Atta* (Hymenoptera: Formicidae) in Geographic Regions of Brazil.** *Sociobiology*, Feira de Santana, Brazil, v. 67, n. 4, p. 514–525, 2020. DOI: 10.13102/sociobiology.v67i4.5741.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes.** 2º ed. São Paulo, Editora Oficina de Textos. 2016. 192p.

GONÇALVES, C. R. 1942. **Contribuição para o conhecimento do gênero *Atta Fabr.*, das formigas saúvas.** *Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia* 5:333-358.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990. 731p.

HÖLLDOBLER, BERT & WILSON, EDWARD O. **The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct.** Norton & Co. Ltd., 2010. Paperback. 160 pp. 8 figures, 48 plates. ISBN 978-0-393-33868-5.

JONKMAN J.C.M. (1976). **Biology and ecology of the leaf-cutting ant *Atta vollenweideri*.** *Z. Angew. Ent.* 81, 140-148.

JONKMAN, J.C.M. **The external and internal structure and growth of nests of the leaf cutting ant *Atta vollenweideri* FOREL, 1893 (Hym: Formicidae): Part II.** *Sonderdruck Aus. Bd.*, v.89, p.217-246, 1980.

LAURENCE, W. F.; MIRIAM GOOSEM, M.; LAURENCE, S. G. W. **Impacts of roads and linear clearings on tropical forests.** *Trends in Ecology and Evolution*, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009.

LEAL, INARA & WIRTH, RAINER & TABARELLI, MARCELO. (2012). **Formigas-cortadeiras e a ambigüidade de suas relações com plantas**. Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva (pp. 215-239). 1ª edição. Technical Books, 2012.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167 p.

MATRANGOLO, C. A. R. et al. **Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, n. 9, p. 952-957, set. 2010.

MOREIRA, A.A.; FORTI, L.C.; ANDRADE, A.P.P.; BOARETTO, M.A.C.; LOPES, J.F.S. **Nest Architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae)**. Studies Neotropical Fauna Environment, v.39, n.2, p.109-116, 2004.

OLIVEIRA, M. A.; ARAÚJO, M. S.; MARINHO, C. G. S.; RIBEIRO, M. M. R.; DELLA LUCIA, T. M. C. (2011). **Manejo de Formigas-Cortadeiras**. In: TMC Della-Lucia (Eds). Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo (pp.80-101). Viçosa: UFV

PICANÇO et al. **Apostila Entomologia Agrícola**. 2000. Apostila Didática. UFV-Viçosa, 308 pág.

PRADO, D. E. 2003. **As caatingas da América do Sul**. In: Leal, I. R.; Tabareli, M. & Silva, J. M. C. (eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife. p. 3-73.

RIBEIRO, M. M. R.; MARINHO, C. G. S. (2011). **Seleção e Forrageamento em Formigas-Cortadeiras**. In: TMC Della-Lucia (Eds). Formigas-Cortadeiras: da bioecologia ao manejo (pp.189-203). Viçosa: UFV.

SANTOS, L. F. A saúva e o gergelin. **Chácaras e Quintaes**, v. 32, n.5, p.440, 1925.

SCHAEFER, CARLOS ERNESTO GONÇALVES REYNAUD ET AL. **Interplays between *Atta* ants (Formicidae: Attini), soils and environmental properties in the Brazilian Neotropics: a preliminary assessment**. Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2021, v. 45. Acesso em 5 ago 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210073>>.

SILVA, ERNANDES & GUERRA, NATAN & NETO, ERALDO & SILVA, LEONARDO & LUCENA, REINALDO. (2020). Influência da altitude na diversidade e distribuição de insetos da caatinga na Serra da Engabelada, Paraíba (Nordeste

do Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**. 28. 10.22478/ufpb.2236-1480.2019v27n1.45957.

SILVA SANTOS, THAÍSE & BARROS, RUBENS. (2021). **LEVANTAMENTO ENTOMOLÓGICO COMO BIOINDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL**. 10.51189/rema/2303.

TABARELLI, M., SIQUEIRA, F., BACKÉ, J., WIRTH, R., & LEAL, I. (2017). **Ecology of Leaf-Cutting Ants in Human-Modified Landscapes**. In P. Oliveira & S. Koptur (Eds.), *Ant-Plant Interactions: Impacts of Humans on Terrestrial Ecosystems* (pp. 73-90). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781316671825.005

TROVATI, Roberto Guilherme e VERDADE, Luciano Martins. **Mamíferos escavadores (Dasypodidae e Echimyidae) do cerrado da região de Itirapina e seu papel em comunidades de vertebrados terrestres**. 2009. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Acesso em: 20 ago. 2022.

VILELA, E. F. **Status of leaf-cutting and control in forest plantations in Brazil**. In: LOFGREN, C. S.; VANDERMEER, R. K. (eds.). *Fire ants and leafcutting ants: biology and management*. London: Westview Press, 1986. p.399-408.

VIEIRA, N. Y. C.; VIDOTTO, F. L.; CARDOSO, J. A.; SILVA, C. V.; SCHNEIDER, L. C. L. **Diversidade de insetos bioindicadores em área de cultivo de milho transgênico no município de Araçatuba, PR**. In: Encontro Internacional de Produção Científica. 07, 2011, Maringá. VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. Maringá: CESUMAR, 2011. 4p.

VERZA, S. S.; FORTI, L. C.; LOPES, J. F. S.; HUGES, W. O. H. **Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus***. *Insectes Sociaux*, Paris, v. 54, p. 300-309, 2007.