

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução
Universidade Federal da Bahia

Cognição e personalidade coletivas em
Dorymyrmex thoracicus

Ananda Moreira Faislon Cruz

Salvador

2023

Ananda Moreira Faislon Cruz

Cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus*

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia para a obtenção do Título de Mestra em Biodiversidade e Evolução pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Evolução.

Orientador: Hilton Ferreira Japyassú
Coorientador: Jacques Hubert Charles Delabie

Salvador

2023

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Cruz, Ananda Moreira Faislon.

Cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus* / Ananda Moreira Faislon Cruz. – 2023.

50 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Hilton Ferreira Japyassú.

Coorientador: Jacques Hubert Charles Delabie

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2023.

1. Ecologia animal. 2. Insetos - Comportamento. 3. Formigas - Comportamento. 4. Cognição em animais. 5. Sociedades de insetos. I. Japyassú, Hilton Ferreira. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. III. Título.

CDD - 595.796

CDU - 595.796



**Programa de Pós-Graduação em
BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO**
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – INSTITUTO DE BIOLOGIA
Rua Barão de Jeremoabo, s/n. Ondina
Salvador – Bahia – CEP. 40.170-000



Título da Dissertação: **Cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus*.**

Mestranda: **Ananda Moreira Faislon Cruz**

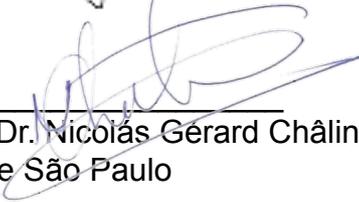
Orientador: **Prof. Dr. Hilton Ferreira Japyassú**

Coorientador: **Prof. Dr. Jacques Hubert Charles Delabie**

BANCA EXAMINADORA



Membro: Prof. Dr. Hilton Ferreira Japyassú
Universidade Federal da Bahia



Membro: Prof. Dr. Nicolás Gerard Châline
Universidade de São Paulo



Membro: Profa. Dra. Juliana Hipólito de Souza
Universidade Federal da Bahia

PARECER DA BANCA

A Comissão Examinadora considera o trabalho de conclusão de curso:

- Aprovado
 Reprovado

Os itens abaixo deverão ser modificados conforme sugestão da banca:

- Introdução

Dedicatória

Dedico aos meus pais por
todo amor e amparo
educacional para que eu
chegasse até aqui.

Agradecimentos

Agradeço a minha Família (Mayna, Telmo e Ruth) por terem me apoiado nesta trajetória, por me levarem e às vezes até esperarem no campo, pelo apoio emocional, por assistirem as prévias de apresentações e pelo amor.

Agradeço a meu irmão Allan que me ajudou em diversos dilemas e pelas opiniões e apoio emocional.

Ao meu namorado Uzeda, pelo companheirismo, amor e compreensão nos momentos difíceis e por todo carinho.

Ao meu cachorrinho Fenrir que me acompanhou sempre na escrita da dissertação e por tornar estes momentos mais agradáveis.

Ao Parque das Dunas, principalmente Jorge, que permitiu a confecção do meu trabalho de campo, pelo encanto a pesquisa de forma geral e por me oferecer a oportunidade de falar mais sobre a minha pesquisa em suas trilhas pelo parque. Também gostaria de agradecer aos trabalhadores do parque como Cainã, Jerson, Késia, Bia e demais, pela gentileza de sempre e por tornarem o campo mais leve.

Ao meu orientador Hilton pelos ensinamentos, por ter aceitado o meu anteprojeto e conseqüentemente me ajudado a realizar um dos meus sonhos de me formar no mestrado em Biodiversidade e Evolução na UFBA.

Ao meu coorientador Jacques Delabie pela atenção, por sempre me responder com presteza e pelo cuidado ao ensino, pelas dicas e por me inspirar no trabalho com formigas.

À Thiago por ter aceitado participar do trabalho e pela companhia em campo.

As professoras Priscila Camelier e Ana Carolina pelo apoio, conversas e carinho. Ambas são profissionais inspiradoras.

À Universidade Federal Da Bahia (UFBA), aos demais professores do PPGBioEvo pelos conhecimentos passados e colegas pelas trocas de

vivências, o que facilita muito a experiência do mestrado.

Ao professor Gilson pela ajuda com a estatística.

Aos demais membros da família e amigos que ajudaram indiretamente nesta caminhada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela concessão da bolsa de mestrado.

Índice

Introdução Geral	1
Capítulo 1. Cognição e personalidade coletivas em <i>Dorymyrmex thoracicus</i>	
<i>Abstract/Resumo</i>	4
<i>Abstract/Resumo</i>	5
1. Introdução	7
2. Material e métodos	10
1. Local de estudo	10
2. Reconhecimento da área de estudo e escolha da Espécie	11
3. Nota ética sobre bem-estar animal	11
2.4 Desenho experimental	12
2.5 Análise de dados	14
3. Resultados	15
3.1 Cognição coletiva	15
3.2 Personalidade coletiva	16
3.3 Correlação entre cognição e personalidade coletivas	17
3.4 Correlação entre cognição e tamanho populacional	17
3.5 Correlação entre personalidade e tamanho populacional	17
4. Discussão	17
4.1 Cognição coletiva	17
4.2 Ausência de correlação entre cognição e tamanho populacional	18
4.3 Personalidade coletiva	19
4.4 Ausência de correlação entre personalidade e tamanho populacional	19
4.5 Ausência de correlação entre cognição e personalidade	20
5. Conclusão	21

6. Agradecimentos	22	
7. Referências		23
Referências		28
Anexos		29

Introdução Geral

O conhecimento ou os processos psicológicos, decorrentes de aprendizagens individuais e que resultam em manifestações comportamentais, não são uma peculiaridade dos seres humanos, e sim o que possibilita a adaptação e evolução de diversas espécies (Santibáñez *et al.*, 2003). Pesquisadores interessados na sociobiologia têm aplicado em estudos etológicos termos da psicologia como a cognição (Sasaki e Pratt, 2018), que possuem como características a percepção, memória, aprendizado e tomada de decisão (Shettleworth, 2001). Ademais, esta área de estudo aspira entender a maneira com que os indivíduos obtêm, analisam e memorizam conhecimentos a respeito do ambiente em que vivem (Sasaki e Pratt, 2018).

Outro termo proveniente da psicologia é a personalidade. A personalidade animal é definida como diferenças comportamentais consistentes entre indivíduos (Carter *et al.*, 2012). Também, utiliza-se a expressão traço de personalidade para indicar um comportamento peculiar no conjunto comportamental de um indivíduo, que pode ser de agressividade, sociabilidade, ousadia, exploração ou atividade (Reale *et al.*, 2007). Em humanos, os traços de personalidade são medidos através de várias metodologias, como por exemplo pontuações comportamentais e autoavaliação, mas em animais, os ecologistas se limitam a metodologias observacionais (Carter *et al.*, 2012).

Por serem sociais e por suas colônias apresentarem um elevado grau de semelhança genética (Fiser, 2014), as formigas são modelos ótimos para o estudo de cognição e personalidade coletivas. Além disso, existem muitas espécies de formigas, o que pode favorecer comparações evolutivas a fim de esclarecer as causas e efeitos das personalidades individuais e coletivas, bem como a relação entre elas (Horna-Lowell *et al.*, 2021).

As formigas pertencem à ordem Hymenoptera, assim como as vespas e abelhas, são seres sociais, vivem em colônias com divisão de pelo menos duas castas de fêmeas: a rainha responsável pela reprodução e trabalhadores estéreis e altruístas, conhecidas como operárias, responsáveis por variadas atividades na colônia, como a busca por alimentos e cuidado com os juvenis. Esse estilo de organização social acompanhado de constantes comunicações forma aquilo que alguns definem como um superorganismo (Hölldobler e Wilson, 2009). Este termo também é utilizado em referência ao modo de reprodução das colônias, pois ao se reproduzirem as colônias induzem a produção de novas colônias, como se fossem um único indivíduo (Gordon, 2010). Em relação ao comportamento de formigas, sabe-se que

muitas espécies se comunicam com o auxílio de sons, realizados através da fricção de segmentos abdominais entre si, além de comunicação tátil, visual e também química, que acontece por meio de feromônios, que é a forma de comunicação predominante nestes insetos (FOWLER, *et al.*, 1991; DIEHL-FLIEG, 1995; KELLER & GORDON, 2009).

Individualmente, as formigas possuem a habilidade de responder simultaneamente a múltiplos sinais de comunicação, sejam eles inter e intraespecíficos e conseguem extrair informações adequadas do aglomerado de sinais químicos. Isto ocorre em razão ao sofisticado sistema sensorial capaz de reconhecer os sinais que estimulam cada resposta comportamental específica (DELABIE *et al.*, 1986). As antenas das formigas possuem receptores químicos que ajudam no entendimento e memorização de odores utilizados em sua comunicação, assim quando a antena de uma formiga entra em contato com uma informação presente no ambiente, essa informação será transmitida do nervo antenal ao cérebro, resultando em respostas comportamentais (MASSON, 1973 *apud* DELABIE *et al.*, 1986), além disso, memória de uma situação passada e conhecimentos adquiridos também são importantes para resultar em comportamentos (Sih & Del Giudice, 2012).

A cognição em nível de colônia se utiliza da cognição individual, mas a transcende, dado que ao efetuar uma atividade coletiva, as habilidades advindas de traços individuais recém-evoluídos são processadas em redes de interações entre os indivíduos. É importante esclarecer que as formigas que compreendem esse assim chamado superorganismo preservam sua singularidade, autonomia na sua movimentação e tomada de decisão (Feinerman e Korman, 2017).

As habilidades cognitivas não são notórias fenotipicamente. Em razão disso, suas medidas são realizadas por meio de contagens de uma modificação comportamental e sua metodologia difere conforme a habilidade cognitiva avaliada pelo pesquisador (Griffin & Guillette, 2015).

Colônias diferentes de uma mesma espécie podem diferir quanto às formas e quanto à eficiência de sua interação social, gerando diferenças consistentes entre tais colônias no que se refere às tarefas desenvolvidas pelas operárias. Assim, as constantes comunicações entre indivíduos de uma colônia proporcionam consistência comportamental e a matização da personalidade, que reduzem conflitos entre os indivíduos (Bergmüller e Taborsky, 2010).

Desse modo, para estudar a personalidade, é preciso observar variação comportamental e consistência comportamental, assim se faz necessário oferecer aos indivíduos um conjunto de estímulos padronizados e assim apontar se as diferenças

individuais ou coletivas são consistentes em todas as atividades (Carere, 2011).

Apesar de um importante crescimento na literatura indicando personalidade em animais sociais, pouco se sabe sobre os mecanismos subjacentes à personalidade no nível social (Japyassú *et al.*, 2021), e menos ainda sobre as possíveis relações entre personalidade e cognição coletivas.

Desta forma, o presente estudo almejou esclarecer a existência de correlação entre personalidade e cognição coletivas em formigas, a partir do estudo de caso da formiga *Dorymyrmex thoracicus*.

Capítulo único

Título: *Cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus**

Autores: Cruz, A.M.F^{1*}; Delabie, J.H.C², Carvalho, T.A.E.S.³; Carvalho, G.C.⁴; Japyassú, H.F.⁵

Autor correspondente: nandafaislon@gmail.com

¹ Programa de pós graduação em Biodiversidade e Evolução, laboratório Núcleo de etologia e evolução - NuEvo, instituto de Biologia da UFBA, Brasil.

² Laboratório de Mirmecologia CEPEC – CEPLAC, Itabuna, BA, Brasil.

³ Laboratório Núcleo de etologia e evolução - NuEvo, instituto de Biologia da UFBA, Brasil.

⁴ Programa de Pós graduação em Ecologia: Teoria Aplicação e Valores, departamento de Biotecnologia, laboratório de Biologia Quantitativa

⁵ Laboratório Núcleo de etologia e evolução - NuEvo, instituto de Biologia da UFBA, Brasil

A ser submetido para: Periódico Animal Behaviour (ISSN: 1095-8282)

Resumo

As formigas são organizadas socialmente e têm meios de comunicação sofisticados, principalmente por feromônios. Uma comunicação intensa pode permitir a aplicação do conceito de cognição coletiva e conseqüentemente implicar na existência de uma personalidade coletiva. O objetivo geral deste trabalho foi testar a existência de correlação entre cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus*. Especificamente pretendeu-se: Medir a habilidade cognitiva de tomada de decisão coletiva e avaliar condições nas quais ela se manifesta mais facilmente; Mensurar traço de exploração da personalidade coletiva nas colônias; Correlacionar cognição coletiva com personalidade coletiva. Hipotetizamos que não haveria correlação entre personalidade e cognição coletivas, quando controlado estatisticamente o tamanho do grupo social. Foram inicialmente selecionadas no campo 28 colônias de *Dorymyrmex thoracicus* para as quais foi estimado o tamanho relativo de cada uma a partir do raio de areia solta do ninho. Foram ofertados dois tipos de recursos alimentares de tamanhos diferentes, a partir dos quais foram quantificados fluxo e velocidade de tráfego para detectar uma eventual escolha. Posteriormente, foi medida a personalidade coletiva da colônia, a partir da estabilidade em medidas repetidas do comportamento de exploração. Para análise de dados de cognição verificamos se a escolha pela isca grande em relação a pequena era maior no grupo experimental que no grupo controle e a análise estatística foi realizada utilizando o teste t pareado. A existência de personalidade foi avaliada a partir do modelo linear misto (LMM). Como resultados, encontramos cognição coletiva em todas as colônias estudadas: fluxo $p=0,003$ e velocidade $p=0,026$, bem como personalidade $R=0,465$ e $p=0,002$. Esses achados corroboram a literatura, mas não encontramos uma correlação entre elas: personalidade e fluxo $p=0,916$ e personalidade e velocidade $p=0,350$, contudo essa correlação pode vir a ocorrer não pelo vínculo em si, mas através de uma relação com outra variável. Concluímos que não existiu correlação entre a habilidade cognitiva de tomada de decisão coletiva e o traço de exploração da personalidade coletiva, e discutimos como fatores teóricos e metodológicos podem contribuir para explicar isso.

Palavras-chave: cognição coletiva, personalidade coletiva, formigas, colônia, comportamento coletivo, comunicação.

Abstract

Ants are socially organized and have sophisticated means of communication, mainly through pheromones. Intense communication can allow the application of the concept of collective cognition and consequently imply the existence of a collective personality. The general objective of this work was to test the existence of a correlation between collective cognition and collective personality in *Dorymyrmex thoracicus*. Specifically, it was intended to: Measure the cognitive ability of collective decision-making and evaluate conditions in which the ability of collective decision-making manifest more easily; Measuring the exploration trait of the collective personality in colonies; Correlate collective cognition with collective personality. We hypothesized that there would be no correlation between collective personality and collective cognition, when the size of the social group was statistically controlled. Initially, 28 colonies of *Dorymyrmex thoracicus* were selected in the field, for which the relative size of each was estimated based on the radius of loose sand in the nest. Two types of food resources of different sizes were offered, from which traffic flow and speed were measured to detect a possible choice. Subsequently, the collective personality of the colony was measured, based on the stability in repeated measures of exploration behavior. To analyze cognition data, we verified whether the choice for the large bait in relation to the small one was greater in the experimental group than in the control group and the statistical analysis was performed using the paired t test. The existence of collective personality was assessed using the linear mixed modeling (LMM). As results, we found collective cognition in all colonies studied: flow $p=0.003$ and speed $p=0.026$, as well as collective personality $R=0.465$ and $p=0.002$. These findings corroborate the literature, but we did not find a correlation between them: collective personality and flow $p=0.916$ and collective personality and speed $p=0.350$, however this correlation may occur not due to the bond itself, but due to a relationship with another variable. We conclude that there was no correlation between the cognitive ability of collective decision-making and the collective personality exploration trait, and we discuss how theoretical and methodological factors can contribute to explaining this.

Keywords: collective cognition, collective personality, ants, colony, collective behavior, communication.

1. Introdução

Sociobiólogos têm aplicado termos da psicologia como a cognição, para estudar aspectos do comportamento de diferentes espécies. A cognição aspira entender a maneira que os indivíduos obtêm, analisam e memorizam conhecimentos a respeito do ambiente em que vivem (Sasaki e Pratt, 2018). Outro termo proveniente da psicologia é a personalidade, que se refere às diferenças comportamentais consistentes entre indivíduos, entretanto este também pode se referir às diferenças comportamentais coletivas consistentes, chamadas então de personalidade coletiva (Scharf *et al.*, 2012).

Estudos sobre personalidade com seres sociais, como formigas, por exemplo, têm sido realizados ignorando o tamanho populacional, além de não definir realmente o que seria esta personalidade e a trazem como uma medida de comportamentos coletivos, mas sem observar o tamanho populacional (Carere *et al.*, 2018; Newman & Pinter Wollman, 2019), no entanto, se uma colônia possuir maior número de indivíduos que outra, espera-se que atividades coletivas sejam realizadas mais rapidamente. Gordon *et al.*, (2011) demonstra que existe relação entre o comportamento de forrageadoras e tamanho da colônia, entretanto o valor total de forrageadoras ativas pode mudar a depender das necessidades da colônia, dessa forma faz-se necessário que o tamanho da colônia seja medido. Aqui não discordamos que exista personalidade, mas acreditamos que a personalidade não deveria depender da quantidade de indivíduos. Se a personalidade não depende do tamanho do grupo, é preciso descobrir os mecanismos subjacentes a ela, que poderia ser a forma de processar informações, o que nos leva a mais uma correlação que seria a cognição da colônia. A personalidade é a maneira com que uma colônia processa informações (Japyassú *et al.*, 2021).

Por serem sociais e por suas colônias apresentarem um elevado grau de semelhança genética (Fiser, 2014), as formigas são modelos ótimos para o estudo de cognição e personalidade coletivas. Além disso, existem muitas espécies de formigas, o que pode favorecer comparações evolutivas a fim de esclarecer as causas e efeitos das personalidades individuais e coletivas, bem como a relação entre elas (Horna-Lowell *et al.*, 2021). Essas comparações comportamentais são muito importantes pelo fato do comportamento animal não deixar um registro fóssil (Horna-Lowell *et al.*, 2021).

As formigas são insetos eussociais, portanto apresentam três requisitos importantes: os indivíduos são divididos em castas reprodutivas e estéreis, adultos de diferentes gerações convivem no mesmo ninho, e há um cuidado com os juvenis (Hölldobler & Wilson, 1990).

Ademais, as formigas constituem colônias com sistemas matriarcais, onde uma rainha após a fecundação vai gerar a sua própria colônia e produzir sua prole (Hölldobler & Wilson, 2009).

De modo geral, as fêmeas de formigas são organizadas por dois tipos de castas físicas, as rainhas e operárias. Há diferenças na morfologia interna (rainhas têm músculos alares e órgãos reprodutivos) e na morfologia externa (rainhas têm asas e são maiores) (DIEHL-FLIEG, 1995). Em relação ao comportamento de formigas, sabe-se que muitas espécies se comunicam com o auxílio de sons, realizados através da fricção de segmentos abdominais entre si, além de comunicação tátil, visual e também química, que acontece por meio de feromônios, que é a forma de comunicação predominante nestes insetos (FOWLER, *et al.*, 1991; DIEHL-FLIEG, 1995; KELLER & GORDON, 2009).

Os feromônios geram respostas específicas no comportamento das formigas, interferindo em diversas atividades. Esses feromônios são usados na marcação de trilhas, outros são utilizados para indicar lugares propícios à nidificação, para a busca de recursos alimentares, na defesa contra inimigos, ou no recrutamento de novas operárias, ou são também importantes na atração sexual (DIEHL-FLIEG, 1995).

A eusocialidade pode levar a um elevado grau de integração de suas redes comunicativas, facilitando o surgimento de uma cognição coletiva, ocasionalmente descrita em animais e em humanos, permitindo a esse tipo de sociedade analisar e resolver seus problemas não apenas através da capacidade cognitiva dos indivíduos, mas também através de soluções coletivas que articulam e integram o conjunto destas capacidades individuais (Butman; Allegri, 2001). Exemplo disso é a atualização de conhecimento observando o comportamento de outros indivíduos (Leadbeater e Chittka, 2007). Ademais, o trabalho coletivo demonstra melhores resultados na busca por novos ninhos, dado que amplifica a comunicação e não exige sobrecarga individual (Feinerman e Korman, 2017). Deste modo, experimentos com a Myrmicinae *Temnothorax rugatulus* (Sasaki e Pratt, 2011), demonstraram a diferença entre o desempenho da cognição individual e o da cognição coletiva na busca por novos locais de nidificação. Quando atuando sozinha, esta formiga acaba sofrendo uma sobrecarga cognitiva, visto que uma única formiga visita vários ninhos, levando a um esforço desnecessário, além de não conseguir lidar com numerosas informações sozinha e por isso faz uma escolha ruim. No entanto, quando a mesma atividade é feita de forma coletiva, através de grupos de formigas que visitaram opções diferentes, a colônia reúne essas informações, que serão suficientes para um melhor desempenho em sua

escolha, evitando sobrecarregar seus indivíduos (Sasaki e Pratt, 2018).

Colônias diferentes de uma mesma espécie podem diferir quanto às formas e à eficiência de suas interações sociais, apresentando diferenças consistentes entre tais colônias no que se refere à execução das tarefas pelas operárias. Um bom exemplo disso pode ser observado em colônias de *Formica fusca*, onde grupos formados por formigas mais exploradoras foram mais rápidas na recuperação de casulos, do que grupos de formigas menos exploradoras (Carere *et al.*, 2018). Tais diferenças coletivas consistentes, diferenças nos comportamentos coletivos que sejam consistentes entre ambientes e/ou através do tempo, têm sido chamadas de personalidade coletiva (Dall *et al.*, 2004). O campo de estudo de personalidade foi iniciado medindo comportamentos a nível individual, ou seja, personalidade individual, e atualmente esta área de estudo vem se expandindo para o nível social, com um campo de aplicação potencial para colônias de formigas (Scharf *et al.* 2012) e abelhas (Wray *et al.*, 2011), além de outros animais sociais tais como o peixe *Poecilia reticulata* (Dyer *et al.*, 2009).

Assim, as constantes comunicações entre indivíduos de uma colônia, proporcionam consistência comportamental e a matização da personalidade coletiva, que reduzem conflitos entre os indivíduos (Bergmüller e Taborsky, 2010). Apesar de um importante crescimento na literatura indicando personalidade em animais sociais, pouco se sabe sobre os mecanismos subjacentes à personalidade social (Japyassú *et al.* 2021), e menos ainda sobre as possíveis relações entre personalidade e cognição coletivas.

O material biológico escolhido foi *Dorymyrmex thoracicus* Gallardo, 1916 (Dolichoderinae), espécie de formigas pequenas medindo de 3,2 a 3,5 mm (Gallardo, 1916), está distribuída na Região Neotropical, ocorrendo na Argentina, Brasil, Paraguai e Venezuela (Antweb, 2022). Utilizam feromônio em suas trilhas para recrutar demais indivíduos dos seus ninhos (Lourenço *et al.*, 2019). As formigas do gênero *Dorymyrmex* constroem suas colônias em solos arenosos e em locais abertos, sua locomoção é muito rápida e são onívoras, podendo se alimentar de outros insetos e excreção de insetos sugadores de seiva (Baccaro *et al.*, 2015).

Desta forma, o presente estudo almejou esclarecer a existência de correlação entre personalidade e cognição coletivas em formigas, a partir do estudo de caso da formiga *Dorymyrmex thoracicus*.

Objetivos

Diante do exposto, este estudo visou responder a seguinte pergunta: Existe

correlação entre cognição e personalidade coletivas em *Dorymyrmex thoracicus*? Para responder esta questão pretendeu-se: (1) Medir a habilidade cognitiva de tomada de decisão coletiva e avaliar condições nas quais ela se manifesta mais facilmente; (2) Mensurar traço de exploração da personalidade coletiva nas colônias; (3) Correlacionar cognição coletiva com personalidade coletiva. Nossa hipótese foi de que não haveria correlação entre personalidade e cognição (medidas ao nível coletivo), quando controlado estatisticamente o tamanho do grupo social. Isto porque hipotetizamos, complementarmente, que a personalidade coletiva (diferenças estáveis entre os formigueiros) reduziria, ou desapareceria, quando eliminados os efeitos colaterais do tamanho de grupo.

2 Material e Métodos

2.1 - Local de estudo

Este estudo foi realizado no Parque das Dunas, localizado em área de restinga sob o domínio de Mata Atlântica, no município de Salvador, Bahia (Gomes *et al.* 2010). O Parque apresenta uma área de 600 hectares, com clima equatorial quente e úmido, de acordo com a classificação de Köppen (1936). Os experimentos foram realizados entre outubro de 2022 e março de 2023 (Figura 1).

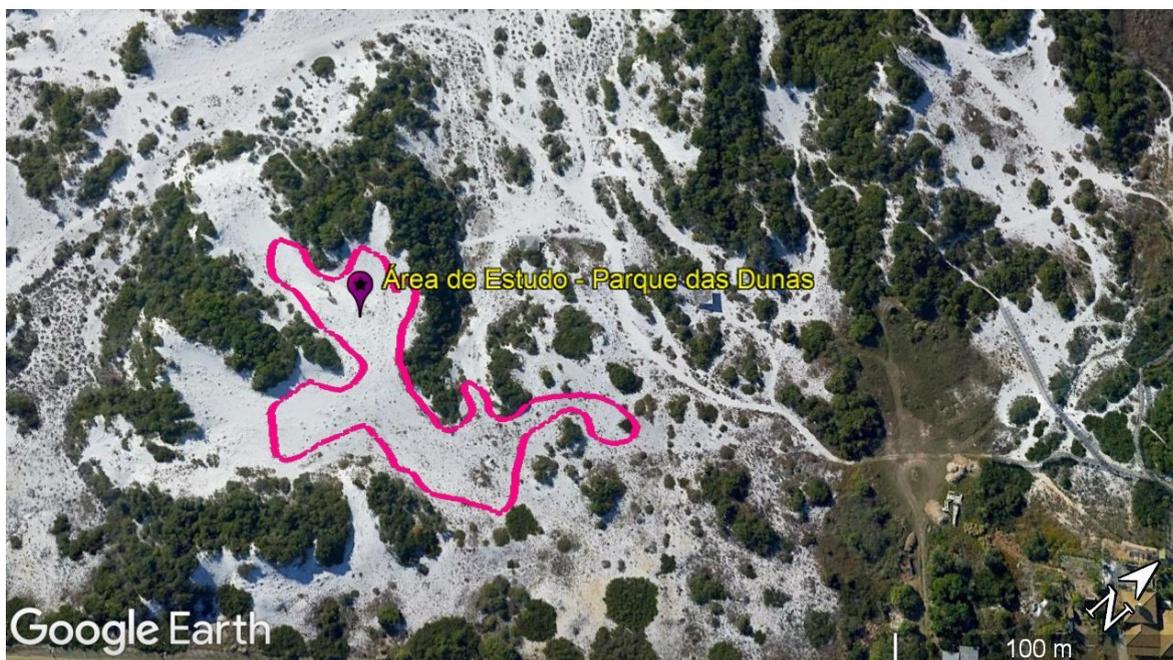


Figura 1- Vista geral da área de estudo com escala de 100 metros, em cor-de-rosa, área delimitada para estudo. Parque das Dunas, Salvador, Bahia, Brasil. Fonte: Google Earth Pro, 2023

2.2 Reconhecimento da área de estudo e escolha da espécie

Inicialmente, visitei o Parque das Dunas quatro vezes, entre os dias 18 de setembro e 27 de outubro de 2021. Procurei por formigueiros no chão, coletei um exemplar de cada espécie em frascos plásticos, fixando os indivíduos em álcool 70. Utilizei também iscas de

sardinha para atrair operárias. Essas formigas foram identificadas como *Dorymyrmex thoracicus* por Jacques Delabie. Tal espécie é relativamente abundante, tendo sido a mais frequente, tanto nas coletas manuais, quanto nas iscas de sardinha ofertadas. Além disso, é comum encontrar indivíduos forrageando ao longo do dia, o que facilita o trabalho com essa espécie. Exemplares testemunhos foram depositados sob o número de tombo #5868 na Coleção do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisa do Cacau em Ilhéus (Delabie *et al.*, 2020).

Após confirmação da identificação da espécie, foram marcadas 28 colônias com estacas de madeira, numeradas com marcador permanente preto. Para isso foi delimitada uma área do parque, na zona leste, onde não ocorrem trilhas, além disso utilizamos a distância mínima de 5 metros entre as colônias, para evitar testar repetidamente a mesma colônia, já que foi observado em campo que formigueiros desta espécie pode possuir mais de um orifício. Por exemplo, a colônia 24 foi excluída dos experimentos, devido ao fato de estar conectada com a colônia 23.



Figura 2 - Localização das 26 colônias estudadas, representadas pelos pinos cor-de-rosa e em amarelo sua identificação. Fonte: Google Earth Pro, 2023.

2.3 Nota ética sobre bem-estar animal

Os animais utilizados nesta pesquisa não estão incluídos na lei Brasileira Arouca de número 11.794 de 8 de outubro de 2008, que aborda sobre o bem-estar animal nas pesquisas de cunho científica, nesta lei apenas são incluídos regulamentos para animais vertebrados (Brasil, 2008), no entanto gostaríamos de registrar que os animais invertebrados, formigas coletadas para identificação e estudos realizados com as mesmas, foram realizadas de forma respeitosa e visando unicamente a pesquisa científica.

2.4 Desenho experimental

Para avaliar a cognição coletiva, foi aplicada uma metodologia adaptada de Lourenço *et al.*, (2019). Foram oferecidas duas iscas de sardinha enlatada em óleo comestível como recurso alimentar, em diferentes quantidades (5 g e 0,5 g) e distâncias (da entrada do ninho). Os pesos das iscas foram medidos por uma balança de precisão Pocket scale, com acurácia de 0,01g - 200g, e as distâncias com fita métrica (Figura 3).

Foram três testes por ninho ao todo com apenas um intervalo de um dia entre o segundo e terceiro teste. No primeiro dia do experimento, foi realizado o teste 1: foi ofertada uma isca de tamanho grande, 5 g a uma distância de 30 cm da colônia. No segundo dia do experimento com a mesma colônia, foi realizado o teste 2: foi ofertada uma isca de tamanho pequeno, 0,5 g a uma distância de 1m da colônia. Houve uma aleatorização nas iscas ofertadas nestes dois testes, onde em algumas colônias no primeiro dia, o teste 1 foi iniciado com a isca de tamanho pequeno e no segundo dia, teste 2, com a isca de tamanho grande. No quarto dia do experimento, sempre com a mesma colônia, foi realizado o teste 3: foram oferecidas simultaneamente duas iscas, uma grande e outra pequena. A isca grande ficou a uma distância de 30cm da entrada da colônia e, no lado diametralmente oposto desta entrada, foi oferecida a isca pequena, a 1m de distância da entrada. A disposição espacial das iscas foi modificada a cada teste para não causar fidelidade.

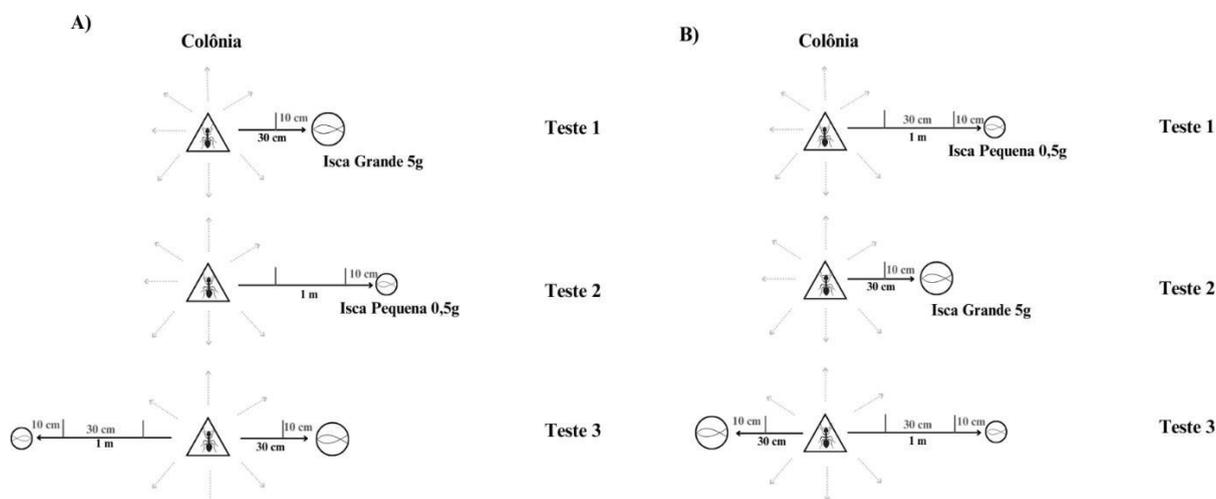


Figura 3 - Esquemas dos experimentos de cognição. O lado A refere-se aos experimentos que iniciaram com a oferta de isca grande, enquanto o lado B refere-se aos experimentos que iniciaram com a oferta de isca pequena. As setas tracejadas em cinza ao redor de cada colônia exemplificam que houve alteração nos sentidos de oferta das iscas para evitar fidelidade. Fonte: Autoria própria.

Os experimentos de cognição coletiva aconteceram entre os meses de outubro de 2022 e março de 2023. Foi mensurado o fluxo de indivíduos, e para isso foram

contabilizados, durante um minuto, quantos indivíduos passam por uma marcação fixa a 10 cm do recurso alimentar. Medimos também a velocidade de tráfego, a partir da distância média percorrida por unidade de tempo, calculada medindo durante dois minutos a distância percorrida por cada uma dentre 5 formigas escolhidas aleatoriamente, em um percurso de 30 cm, marcado por palitos. Estas contagens foram realizadas em cinco séries de observações, espaçadas por intervalos de 15 minutos, sempre no período da manhã, entre 7:30 e 12:00h. Os experimentos com iscas simultâneas foram realizados por duas pessoas, cada pesquisador responsável por observar uma única isca.

Com intuito de investigar a personalidade coletiva, realizamos um experimento de contagem de forrageadoras/exploradoras que retornam para o ninho, ou seja, traço de exploração, em determinados períodos de tempo durante um a três dias, dependendo apenas das condições climáticas, ou seja, dia estiado, após os testes de cognição. O teste de exploração diz respeito à dinâmica das formigas em novos locais (Smith & Blumstein, 2008), na procura de um novo recurso alimentar ou para realocação do formigueiro. Apesar de esta atividade ser contabilizada na entrada do ninho, que aparentemente não apresenta uma novidade para elas, o ambiente natural, principalmente o ambiente de duna, facilita o movimento constante de areia solta pelo vento (Sígolo, 2000), introduzindo permanentemente pequenas alterações na paisagem do entorno do ninho. Assim, em uma colônia em atividade, com ao menos quatro indivíduos entrando ou saindo do ninho durante um minuto, realizamos uma obstrução na entrada do ninho com areia da própria duna, e um quadrado levemente demarcado no solo ao redor da entrada do ninho com tamanho de 30cmx30cm, a fim de fotografar a cada três minutos formigas forrageadoras que retornaram para o ninho neste local marcado. Este experimento teve duração de 30 minutos e foram realizados 10 registros fotográficos. O experimento foi repetido 3 vezes, com intervalo de uma semana, e a média dos valores obtidos nas repetições do experimento foi o escore de personalidade coletiva (Japyassú & Malange, 2014).

Assim como Chew (1959) com o método Lincoln-Index, também utilizamos as forrageadoras para chegar ao tamanho relativo populacional do ninho. Desde modo, calculamos a média de indivíduos na atividade de forrageamento, a partir de 5 indivíduos, (onde foi oferecida 1g de sardinha besuntada em uma tampa plástica de 4,5 cm, e foi registrada por meio de 10 fotos, a quantidade de indivíduos se alimentando), esta atividade foi monitorada durante 30 minutos e as fotografias realizadas a cada 3 minutos, com posterior contagem utilizando o editor gráfico Paint. Nesta contagem foram consideradas

todas as formigas que estavam em contato com a tampa plástica do experimento. Além disso, anotamos, semanalmente, medidas do cone de colônia como: o raio da areia solta, bem como o diâmetro da entrada de cada colônia, que em seguida também foram utilizados para chegar a um tamanho relativo da colônia, adaptado de Wiernasz & Cole (1995). A atividade de forrageamento para estimar o tamanho relativo da colônia foi realizada 1 hora após o término do último teste de personalidade, pois observamos em campo que este foi o tempo necessário para que as formigas restaurassem a entrada do ninho, manutenção de ninho, e seguissem com suas atividades normais.

2.5 Análise de dados

Para cada ninho e cada teste de cognição, foi calculada uma média das variáveis quantitativas e contínuas de fluxo e velocidade de deslocamento na trilha. Existindo escolha coletiva, esperamos que a preferência pela isca grande em relação à isca pequena (a proporção G , onde G = média frente à isca grande, e P = média frente à isca pequena) será maior no grupo experimental, situação de escolha simultânea entre as iscas, que no grupo controle, situação de forrageamento frente a uma isca única. Assim, para nos certificarmos de que as formigas escolhem, testamos a seguinte inequação:

$$\frac{G_i}{P_i} < \frac{G_e}{P_e}$$

onde G_i = média frente a isca grande oferecida isoladamente; P_i = média frente a isca pequena oferecida isoladamente (grupo controle); G_e = média frente a isca grande oferecida em situação de escolha simultânea (grupo experimental); P_e = média frente a isca pequena oferecida em situação de escolha simultânea. A análise estatística foi realizada utilizando o teste t (de Student) pareado no software R (pacote stats, R Core Team, 2022). Havendo escolha significativa, a força desta escolha será calculada como $\frac{G_e}{P_e}$ (escore de cognição coletiva).

A existência de personalidade, (escores significativos de repetibilidade no traço de exploração) foi avaliada através de um modelo linear misto (LMM, pacote rptR e lme4, no programa R, Nakagawa & Schielzeth, 2010). Havendo personalidade ao nível da colônia (diferenças significativas entre as colônias no traço de exploração), será calculado o escore médio da colônia (ao longo das três repetições).

Com intuito de descobrir a quantidade populacional de formigas nas colônias, inicialmente tentamos a marcação e recaptura, método Lincoln-Index (Chew, 1959), mas não foi possível pelo tamanho da formiga. Assim, estimamos o tamanho populacional utilizando

a média da quantidade de forrageadoras se alimentando em uma isca (a partir de 5 indivíduos), a média semanal da medida do diâmetro da entrada no ninho e a média semanal do raio do funil de areia solta em volta da entrada do ninho. Como são variáveis diferentes, utilizamos a análise PCA (Análise de Componentes Principais), no programa R, para reduzir dimensionalidade e verificar se havia correlação entre elas. No entanto, não houve uma correlação alta e o que mais se aproximava da quantidade de operárias foi o tamanho de raio, por isso escolhemos essa medida como tamanho relativo da população.

Finalmente, testamos a correlação entre personalidade e cognição coletiva utilizando a correlação de Pearson (pacote ppcor). Como é possível que colônias maiores sejam de fato mais eficientes no comportamento de exploração, só que não por terem personalidades distintas, e sim por terem tamanhos distintos, testamos a correlação entre cognição e personalidade removendo o efeito do tamanho da população (pacote ppcor, com o auxílio do programa R).

3 Resultados

3.1 Cognição coletiva

Das 27 colônias estudadas, 25 apresentaram resultados para cognição coletiva. As colônias 2 e 5 não possuíram resultados para cognição, pois o denominador da inequação foi igual a 0. O test t pareado demonstrou que a preferência pelas iscas grandes (G) em relação às pequenas (P), tanto quando medida pelo fluxo F de formigas ($\frac{FGe}{FPe} > \frac{FGi}{FPi}$) quanto quando medida pela velocidade V de tráfego das mesmas ($\frac{VGe}{VPe} > \frac{VGi}{VPi}$), era significativamente maior em situação de escolha (e) que na situação em que houve oferta isolada (i) do recurso alimentar. Assim, houve escolha coletiva pela isca maior (Figura 4). O resultado do valor de P para fluxo foi (p=0,003, N=25, t =2,966, df=24) e de velocidade (p=0,026, N=25, t=2,031, df=24).

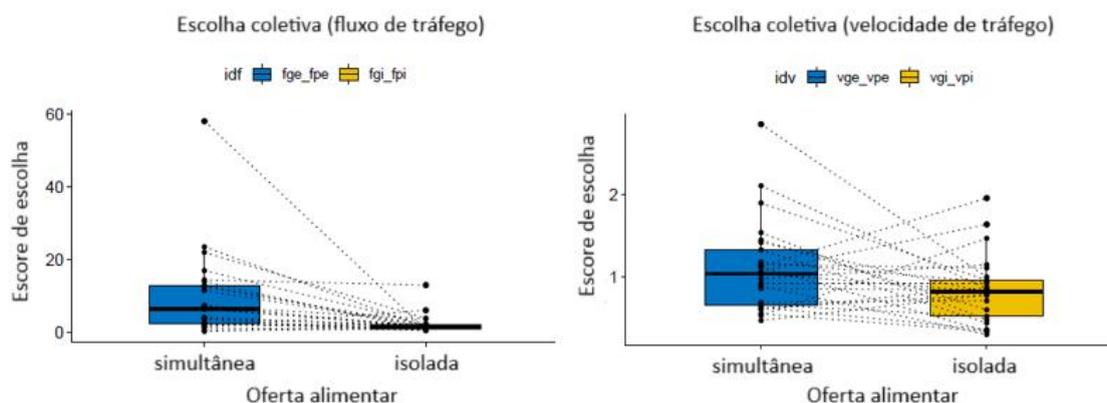


Figura 4 – Preferência pela isca grande (expressa pela letra g) em relação a isca pequena (expressa pela letra p) que foi maior no dia de escolha apresentada na cor azul. Na esquerda podemos observar o valor para o fluxo de tráfego (simbolizada pela letra f) $\frac{fge}{fpe} > \frac{fgi}{fpi}$ e na direita o valor para velocidade de tráfego (simbolizada pela letra v) $\frac{vge}{vpe} > \frac{vgi}{vpi}$.

3.2 Personalidade coletiva

Das 27 colônias estudadas, 24 apresentaram resultado para o traço de exploração da personalidade. A colônia 1 não teve resultado na primeira semana, a colônia 2 se mudou provavelmente em razão da chuva, e a 4 não pôde ser testada na terceira semana do experimento, pois se mudou, provavelmente também em função da chuva. Foram encontrados personalidade, consistência comportamental nas N=24 colônias (Figura 5). A repetibilidade calculada foi $R=0,465$, com intervalo de confiança $CI=[0,192, 0,678]$, mostrando-se significativa $p=0,002$ (pacote rptR, no programa R, Nakagawa & Schielzeth, 2010).

Também foi realizado um teste de comparação de modelos a partir da ANOVA, um com intercepto aleatório versus com intercepto e inclinação aleatória. Não havendo diferença significativa entre os dois modelos, optou-se pelo mais simples, onde só o intercepto é aleatório (figura 5). Também observamos os resíduos deste modelo, a fim de averiguar se existia algum problema de resíduo, então utilizando o pacote DHARMA e o modelo passou em todos os testes considerados (desvio da normalidade, problema de dispersão, problema de outlier, desvio da uniformidade dentro de cada grupo e homogeneidade de variância) todas eles não foram significativos.

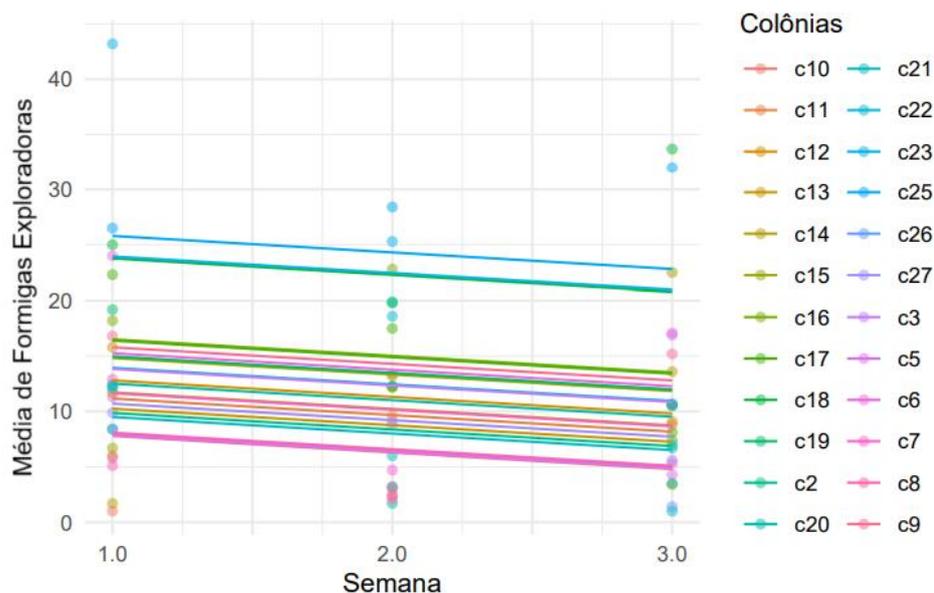


Figura 5 – Diferenças consistentes entre formigueiros no que se refere à exploração do entorno da colônia, durante três semanas de experimento com 24 colônias. Cada linha e cor representam a consistência comportamental de uma colônia identificada por c e sua numeração.

3.3 Correlação entre cognição e personalidade coletivas

Não foi observada correlação entre cognição (tomada de decisão) e personalidade coletivas (traço exploração) nem quando a cognição foi medida através do fluxo de formigas (N=21; $p=0,916$), nem quando a cognição foi medida através da velocidade das formigas (N=21; $p=0,350$). Conseqüentemente, não houve correlação entre cognição (fluxo), personalidade e tamanho populacional (N=21; $p=0,922$ personalidade e fluxo; $p=0,840$ personalidade e tamanho de ninho; $p=0,912$ fluxo e tamanho de ninho). O mesmo ocorreu ao analisar a correlação entre cognição (velocidade), personalidade e tamanho populacional (N=21; $p=0,338$ personalidade e velocidade; $p=0,716$ personalidade e tamanho de ninho; $p=0,456$ velocidade e tamanho de ninho).

3.4 Correlação entre cognição e tamanho populacional

Testamos as correlações entre cognição (fluxo e velocidade de tráfego) e tamanho de ninho utilizando separadamente diâmetro da abertura de entrada do ninho, raio do monte de areia solta (parte externa do ninho) e contagem de forrageadoras em uma isca. No entanto, não houve correlação entre cognição e tamanho de ninho em nenhuma dessas medidas. Correlação entre cognição (fluxo) e tamanho de ninho (diâmetro da entrada): N=24, $p=0,825$; cognição (fluxo) e tamanho de ninho (raio da abertura da entrada do formigueiro): N=21, $p=0,906$; cognição (fluxo) e tamanho de ninho (contagem de forrageadoras na isca): N=19, $p=0,526$; cognição (velocidade) e tamanho de ninho (diâmetro da entrada): N=24, $p=0,749$; cognição (velocidade) e tamanho de ninho (raio da abertura da entrada do

formigueiro): $N=21$, $p=0,483$; cognição (velocidade) e tamanho de ninho (contagem de forrageadoras na isca): $N=19$, $p=0,682$;

3.5 Correlação entre personalidade e tamanho populacional

Também testamos as correlações entre personalidade e tamanho de ninho, utilizando nesta última três medidas de estimativa populacional separadamente, foram elas: diâmetro da abertura de entrada de cada colônia ($N=21$; $p=0,257$), raio do monte de areia solta, parte externa da colônia, ($N=21$, $p=0,833$) e contagem de forrageadoras na isca ($N=19$; $p=0,382$). Contudo, não encontramos correlações entre personalidade e tamanho de ninho em nenhuma dessas medidas.

4 Discussão

4.1 Cognição coletiva

Formigas da espécie *Dorymyrmex thoracicus* apresentam cognição coletiva. Esta se diferencia da cognição social que tem como condição três requisitos mínimos que, em conjunto garantem a autonomia do sistema, que passa a estabelecer suas próprias regras. São eles: fechamento social de restrições, dissociação entre dinâmica individual e social e regulação dos processos de decisão coletiva (Japyassu *et al.* 2021). Em contrapartida, Feinerman e Korman (2017) utilizam o termo cognição coletiva para falar de duas situações mais simples em um processo coletivo: a existência de indivíduos bem informados, onde a colônia pode se beneficiar e compartilhar os conhecimentos desses indivíduos e a interação da cognição de indivíduos, que faria emergir processos cognitivos inexistentes no nível individual. Aqui utilizamos o termo cognição coletiva, visto que não testamos fechamento de restrições e outros requisitos.

As respostas racionais apresentadas pelas colônias de *D. thoracicus* a diferentes estímulos, que para entrarem em um consenso em uma determinada escolha e responderem de forma correta, utilizaram informações advindas da divisão de trabalho e não a partir da solução oferecida por um indivíduo, indicando, portanto, uma cognição emergente ou coletiva (Feinerman & Korman, 2017).

Nossos resultados de cognição coletiva com *Dorymyrmex thoracicus* corroboram os achados em outras formigas do gênero *Temnothorax* (Sasaki & Pratt, 2018), onde na escolha entre pares de um recurso, a colônia acerta na escolha de maior valor, o que é chamado na psicologia de escolha racional (Sasaki & Pratt, 2018). Além disso, foi observado que o trabalho coletivo previne a sobrecarga individual, fazendo com que o coletivo avalie melhor as opções disponíveis, do que quando feita individualmente (Sasaki & Pratt, 2018).

Esse resultado também é consistente com o que Gordon *et al.* (2011) apontam sobre a colônia precisar orientar o número adequado de indivíduos para resgatar um recurso alimentar de porte grande. Isso já implica um tipo de cognição que pode estar associado à tomada de decisão, ao resolver quantos indivíduos a colônia precisa enviar para cada isca (grande ou pequena). Ou seja, a colônia sabe que precisa de um número elevado de operárias para recrutar um recurso importante e ao mesmo tempo sabe que precisa de um número menor de operárias para transportar um recurso menor ou que este transporte pode ser feito de forma individual.

4.2 Ausência de correlação entre cognição e tamanho populacional

Não foram encontradas correlações entre a habilidade cognitiva de tomada de decisão coletiva (fluxo e velocidade) e tamanho populacional (diâmetro da entrada da colônia, raio do monte de areia solta e forrageadoras na isca), significando que o fenômeno da cognição ocorre independente da população de uma colônia. Acreditamos que fatores abióticos podem funcionar como mecanismos implícitos influenciando a cognição, tais como a temperatura ou a umidade. Temperaturas elevadas podem fazer com que a evaporação do feromônio de trilha seja mais rápida e, portanto, as operárias encontram dificuldades para construir uma trilha reta ou permanente, e depositam o feromônio em modo disperso ou descontínuo.

4.3 Personalidade coletiva

O achado de personalidade, traço de exploração, em *Dorymyrmex thoracicus* corrobora o achado desse mesmo traço em *Solenopsis invicta* (Myrmicinae), que também demonstrou resultados de consistência comportamental no teste de exploração, apenas que nesse caso a personalidade foi testada em laboratório, utilizando uma nova arena para o teste (Bockoven *et al.*, 2015).

Como já apontado, a personalidade coletiva pode surgir da constituição de comportamentos do grupo social, de interações entre seus indivíduos (Bergmüller e Taborsky, 2010), pode surgir e ser alterada através da ontogênese e mudanças na composição do grupo (Pinter Wollman, 2012). Além disso, a revisão recente de Horna-Lowell *et al.* (2021) sugere algumas causas da personalidade coletiva (composição do grupo e efeitos ambientais), assim o traço de exploração da personalidade da colônia de *D. thoracicus*, pode ser explicada a partir dos comportamentos de suas operárias, ou seja, da sua composição do grupo. Como efeito do ambiente, *D. thoracicus* pode apresentar diferenças entre suas colônias pelo fato delas residirem próximas a outras, o que poderia aumentar a sua concepção de novas trabalhadoras. Ademais, como consequências da personalidade, Horna-Lowell *et*

al., (2021) traz as interações intraespecíficas, na qual a diferenças entre as colônias de *D. thoracicus* pode ter como consequência a competitividade no traço de exploração, onde uma colônia é mais exploradora do que outra. Por fim, é possível também que a saciedade das colônias de *D.thoracicus* interfira na quantidade de forrageadoras/exploradoras ativas (Gordon, 2011) e consequentemente influencie o traço de exploração da personalidade. Assim, a variação da personalidade entre colônias desta espécie, pode advir da quantidade de larvas que cada colônia tem e que precisa alimentar.

4.4 Ausência de correlação entre personalidade e tamanho populacional

Não foi observada qualquer correlação entre o traço de exploração da personalidade e tamanho populacional (diâmetro da entrada da colônia, raio do monte de areia solta, e número de forrageadoras na isca), significando que, assim como na cognição, o fenômeno da personalidade é independente da população numa colônia. Como dito anteriormente, a personalidade pode surgir da soma de comportamentos de seus indivíduos (Bergmüller e Taborsky, 2010), e pode advir e se modificar através da ontogênese e mudanças na composição do grupo (Pinter Wollman, 2012).

4.5 Ausência de correlação entre cognição e personalidade

Nós esperávamos observar uma correlação entre personalidade e cognição coletivas, pois na meta-análise de Dougherty & Guillete (2018), existe uma correlação entre cinco traços de personalidade individual com a aprendizagem individual. No entanto não foi encontrada correlação entre personalidade coletiva, traço de exploração, e cognição coletiva. Segundo Endler (2000), na psicologia humana, existem várias abordagens teóricas sobre a personalidade individual que não se complementam, o que torna difícil entender a relação entre personalidade e cognição, visto que dispomos do mesmo tema sendo estudado com abordagens distintas e fazendo uso de linguagens diferentes, dificultando esta comparação. Além disso, quando existe uma correlação, normalmente, a habilidade cognitiva que mais se aproxima dos traços de personalidade é a aprendizagem. Ademais, entrando no quesito empírico, a escala temporal para medir cognição e personalidade são diferentes. Cognição é medida em um tempo curto e a personalidade é medida de forma mais longa. Tudo isso corrobora para que essas duas áreas (cognição e personalidade) se desenvolvam separadamente, a partir de metodologias diferentes. A personalidade se avalia por meio de comportamentos característicos (traços) e cognição por meio de medidas de inteligência ou desempenho máximo. Entretanto, seria plausível que, se fossem estudadas simultaneamente, correlações fossem encontradas (Endler, 2000).

Além disso, segundo Griffin *et al.* (2015), uma correlação estatística entre

personalidade e cognição pode ser observada não por serem vinculadas, mas por apresentarem ambos uma relação com outra variável, como o estresse e os hormônios que são liberados por esse estado, por exemplo. Os organismos podem apresentar bons resultados, como traços de agressão e neofilia, que se refere ao interesse pela novidade, e nas habilidades cognitivas de aprendizado e memória quando o estresse é estimulado em curto prazo. No entanto, quando são submetidos a altos índices de estresse por muito tempo, podem apresentar traços específicos de personalidade como neofobia, que se trata da fobia à novidade, e timidez. Ademais, no que diz respeito à cognição, podem apresentar aprendizado lento, já que o estresse afeta a consolidação de memória (Kloet *et al.*, 2005; Joels *et al.*, 2006; Cockrem, 2006; Griffin *et al.*, 2015).

Um outro fator trazido por Japyassu *et al.* (2021) é a problemática da personalidade animal não ter uma definição que considere sua natureza, mas apenas uma definição operacional, ou seja, só se aponta como medir personalidade, uma metodologia que tornaria possível encontrar consistência comportamental até mesmo em aparelhos eletrônicos como o homeostato, por exemplo. Além disso, segundo Horna-Lowel (2021), há estudos em que não se fala em personalidade, mas sim em consistência, o que gera confusão, já que não fica claro se existiu algum problema que impediu alguns autores de utilizarem o termo personalidade. Há na literatura a consciência de que essa definição de personalidade é fraca, contudo, é defendida como necessária a fim de incentivar estudos neste tema (Reale *et al.*, 2007). Então se torna visível a falta de padronização nessa temática e conseqüentemente uma falha para que seja evidenciada uma possível correlação entre personalidade e cognição. Além disso, na literatura, existe uma falta de padrão entre os intervalos de medida de personalidade, entretanto não foi o caso do presente estudo. Se mudamos o intervalo, por exemplo, de semana, para anos, estamos medindo fenômenos distintos. Em intervalo semanal: medimos personalidade (Scharf *et al.*, 2012; Carere *et al.*, 2018); em intervalo de anos: medimos ontogênese da personalidade (Stamps & Groothuis, 2009). Um problema semelhante é que alguns autores usam intervalos muito curtos como dias consecutivos (Neumann & Pinter-Wollman 2019), ou algumas horas (Segev *et al.*, 2017) entre as repetições, e nesta escala de tempo, é muito provável que encontremos repetibilidade. Assim, faz-se necessário uma maior padronização do intervalo possibilitando a comparação de resultados de estudos distintos.

5 Conclusão

Com base nos experimentos apresentados, encontramos a habilidade cognitiva de

tomada de decisão coletiva e o traço de exploração da personalidade coletiva em *Dorymyrmex thoracicus*, contudo não houve uma relação estatística entre essas duas variáveis e conseqüentemente não houve correlação com o tamanho populacional. Aparentemente a cognição coletiva e a personalidade coletiva não dependem do tamanho de grupo para acontecerem, mas podem vir acontecer por um fator externo em comum, como o estresse, por exemplo. Foi discutido também que a personalidade e cognição muitas vezes não se correlacionam em suas teorias e metodologias. Ainda, existe o fato de a personalidade animal possuir uma definição escassa, o que pode contribuir para a não correlação com a cognição. Apesar disso, mais pesquisas futuras poderiam testar essa hipótese com outras medidas de tamanho populacional, com outras espécies de formigas ou animais sociais e levando em considerações outras variáveis abióticas e bióticas que poderiam influenciar na cognição e personalidade coletivas.

6 Agradecimentos

Agradecemos ao Parque das Dunas, especialmente Jorge e Cainã, que sempre apoiaram a pesquisa e nos receberam bem. À CAPES pelo auxílio financeiro. Ao laboratório Núcleo de Etologia e Evolução (NuEVo) pelas trocas de conhecimentos e vivências. Ao programa de pós graduação em Biodiversidade e Evolução (PPGBioEvo) por todos os conhecimentos passados.

7 Referências

AntWeb. Versão 8.77.4. California Academy of Science, online em <https://www.antweb.org>. Acessado em 12 de julho de 2022.

BACCARO, F. B. *et al.* Guia para os gêneros de formigas do Brasil. **Manaus: Editora INPA**, v. 388, 2015.

BERGMÜLLER, R.; TABORSKY, M.. Animal personality due to social niche specialisation. **Trends in ecology & evolution**, v. 25, n. 9, p. 504-511, 2010.

BOCKOVEN, A. A.; WILDER, S. M.; EUBANKS, Micky D. Intraspecific variation among social insect colonies: persistent regional and colony-level differences in fire ant foraging behavior. **PLoS One**, v. 10, n. 7, p. e0133868, 2015.

BRASIL. Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso vii do par. 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais, revoga a lei nº 6.638, de 8 de maio de 1979 e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 out. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11794.htm. Acesso em: 13 dez. 2023.

BUENO-GUERRA, N.; AMICI, F. (Ed.) **Field and laboratory methods in animal cognition: a comparative guide**. Cambridge University Press, 2018.

BUTMAN, J.; ALLEGRI, R. F. A cognição social e o córtex cerebral. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 14, p. 275-279, 2001.

CARERE, C. *et al.* Individual behavioural type and group performance in *Formica fusca* ants. **Behavioural Processes**, v. 157, p. 402-407, 2018.

CARDOSO, D.C. Determinantes de Comunidades de Formigas em Restinga. Monografia (Pós-graduação em entomologia) - Universidade de Viçosa, MG, p.83. 2009.

CARROLL, C. R.; JANZEN, D. H. Ecology of foraging by ants. **Annual Review of Ecology and systematics**, v. 4, n. 1, p. 231-257, 1973.

CARTER, A. J. *et al.* Animal personality: what are behavioural ecologists measuring?. **Biological Reviews**, v. 88, n. 2, p. 465-475, 2013.

COCKREM, J. F. Stress, corticosterone responses and avian personalities. **Journal of Ornithology**, v. 148, n. Suppl 2, p. 169-178, 2007.

CHEW, R. M. Estimation of ant colony size by the Lincoln index method. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 67, n. 3/4, p. 157-161, 1959.

DALL, S. RX; HOUSTON, A. I.; MCNAMARA, J. M. The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. **Ecology letters**, v. 7, n. 8, p. 734-739, 2004.

DE KLOET, E. R.; JOËLS, M.; HOLSBOER, F.. Stress and the brain: from adaptation to disease. **Nature reviews neuroscience**, v. 6, n. 6, p. 463-475, 2005.

DELABIE, J.; MASSON, C. & FEBVAY, G. Neurobiological basis of chemical communication in the fungus-growing ant, *Acromyrmex octospinosus*. In: Lofgren, C.S. (Ed.). **Fire Ants And Leaf-cutting Ants: Biology And Management**, 1986.

DELABIE, J.H.C.; SANTOS-NETO, E.A.; OLIVEIRA, M.L.; SILVA, P.S.; SANTOS, R.J.; CAITANO, B.; MARIANO, C.S.F.; ARNHOLD, A. & KOCH, E.B.A. 2020. A coleção de Formicidae do Centro de Pesquisas do Cacau (CPDC), Ilhéus, Bahia, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais* 15 (1): 289-305

DIEHL-FLEIG, E. Formigas: organização social e ecologia comportamental. Editora Unisinos, 1995.

DOUGHERTY, L. R.; GUILLETTE, L. M. Linking personality and cognition: a meta-analysis. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 373, n. 1756, p. 20170282, 2018.

DYER, J. R.G *et al.* Shoal composition determines foraging success in the guppy. **Behavioral Ecology**, v. 20, n. 1, p. 165-171, 2009.

ENDLER, N. S. The interface between personality and cognition. **European Journal of Personality**, v. 14, n. 5, p. 377-389, 2000.

FEINERMAN, O.; KORMAN, A. Individual versus collective cognition in social insects. **Journal of Experimental Biology**, v. 220, n. 1, p. 73-82, 2017.

FOWLER, H.G; FORTI, L.C; BRANDÃO, C.R.F; DELABIE, J.H.C. &

VASCONCELOS, H.L. Ecologia Nutricional de formigas, In: A R Panizzi e J R P Parra eds., Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas, Editora Manole e CNPq, São Paulo, p.131-223, 1991.

KRALJ-FIŠER, S.; SCHUETT, W. Studying personality variation in invertebrates: why bother?. **Animal Behaviour**, v. 91, p. 41-52, 2014.

GALLARDO, A. As hormigas da República Argentina. Subfamília Dolicoederinas. A. Mús. Nac. Hist. Nat. B. Aires 28: 1-130, 1916.

GOMES, J. B. V. *et al.* Relações entre atributos do solo e atividade de formigas em restingas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 67-78, 2010.

GORDON, D. M. **Ant encounters: interaction networks and colony behavior**. Princeton University Press, 2010.

GORDON, D. M. *et al.* Colony variation in the collective regulation of foraging by harvester ants. **Behavioral Ecology**, v. 22, n. 2, p. 429-435, 2011.

GRIFFIN, A. S.; GUILLETTE, L. M.; HEALY, S. D. Cognition and personality: an analysis of an emerging field. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 4, p. 207-214, 2015.

HÖLLDOBLER, Bert; WILSON, Edward O. **The Ants**. Harvard University Press, 1990.

HÖLLDOBLER, Bert; WILSON, Edward O. **The superorganism: the beauty elegance and strangeness of insect societies**. WW Norton & Company, 2009.

HORNA-LOWELL, E. *et al.* Personality of ant colonies (Hymenoptera: Formicidae) –underlying mechanisms and ecological consequences. **Myrmecological News**, v. 31, 2021.

JAPYASSÚ, H. F.; MALANGE, J. Plasticity, stereotypy, intra-individual variability and personality: Handle with care. **Behavioural Processes**, v. 109, p. 40-47, 2014.

JAPYASSÚ, H.F.; NECO, L.C.; NUNES-NETO, N. Minimal organizational requirements for the ascription of animal personality to social groups. **Frontiers in**

Psychology, v. 11, p. 601937, 2021

JOËLS, M. *et al.* Learning under stress: how does it work? **Trends in cognitive sciences**, v. 10, n. 4, p. 152-158, 2006.

Köppen, W. (1936). Das geographische System der Klimate. In: W. Köppen & W. Geiger (eds.). *Handbuch der Klimatologie*. Bd. I, Teil C, Kraus Verlag, Nendeln, pp. 1-43

LEADBEATER, E.; CHITTKA, L. Social learning in insects—from miniature brains to consensus building. **Current biology**, v. 17, n. 16, p. R703-R713, 2007.

LOURENÇO, G. M. *et al.* Recruitment and entropy decrease during trail formation by foraging ants. **Insectes Sociaux**, v. 67, p. 59-69, 2020.

HORNA-LOWELL, E. *et al.* Personality of ant colonies (Hymenoptera: Formicidae) –underlying mechanisms and ecological consequences. **Myrmecological News**, v. 31, 2021.

MAGGIO, D.H., MORI, D.P, BARROS, I.B., HENRIQUE, R.S. A distribuição de recursos açucarados influencia o mutualismo entre plantas e formigas? Dissertação (Pós-graduação em Ecologia) Universidade de São Paulo, SP, 2015.

NAKAGAWA, S.; SCHIELZETH, H. Repeatability for Gaussian and non-Gaussian data: a practical guide for biologists. **Biological Reviews**, v. 85, n. 4, p. 935-956, 2010.

NEUMANN, K. M.; PINTER-WOLLMAN, N. Collective responses to heterospecifics emerge from individual differences in aggression. **Behavioral ecology**, v. 30, n. 3, p. 801-808, 2019.

PINTER-WOLLMAN, N. Personality in social insects: how does worker personality determine colony personality? **Current Zoology**, v. 58, n. 4, p. 580-588, 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022.

RÉALE, D. *et al.* Integrating animal temperament within ecology and evolution. **Biological reviews**, v. 82, n. 2, p. 291-318, 2007.

SANTIBÁÑEZ. H., G., DOMINICHETTI. C., J. E., & SANHUEZA. Z., M. El Conocimiento Animal. **Revista De Psicología**, 12(2), Pág. 35–52, 2003.

SASAKI, T.; PRATT, S. C. Emergence of group rationality from irrational individuals. **Behavioral Ecology**, v. 22, n. 2, p. 276-281, 2011.

SASAKI, T.; PRATT, S.C. The psychology of superorganisms: collective decision making by insect societies. **Annual Review of Entomology**, v. 63, p. 259-275, 2018.

SEGEV, Udi *et al.* Pace-of-life in a social insect: behavioral syndromes in ants shift along a climatic gradient. **Behavioral Ecology**, v. 28, n. 4, p. 1149-1159, 2017.

SCHARF, I., MODLMEIER, A. P., FRIES, S., TIRARD, C., and FOITZIK, S. Characterizing the collective personality of ant societies: aggressive colonies do not abandon their home. **PLoS One**, v.7, n.3, p.e33314, 2012.

SHETTLEWORTH, S. J. Animal cognition and animal behaviour. **Animal behaviour**, v. 61, n. 2, p. 277-286, 2001.

SÍGOLO, J. B. Processos eólicos a ação dos ventos. **Decifrando a terra**, p. 247-260, 2000.

SIH, A.; DEL GIUDICE, M. Linking behavioural syndromes and cognition: a behavioural ecology perspective. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1603, p. 2762-2772, 2012.

SKÓRKA, P.; WITEK, M.; WOYCIECHOWSKI, M. A simple and nondestructive method for estimation of worker population size in *Myrmica* ant nests. **Insectes sociaux**, v. 53, p. 97-100, 2006.

SMITH, B.R.; BLUMSTEIN, D.T. Fitness consequences of personality: a meta-analysis, **Behavioral Ecology**, Volume 19, Issue 2, Pages 448–455, 2008.

STABILE, L. Influência da complexidade estrutural de bromélias-tanque sobre a composição de aranhas e formigas Dissertação (Mestre em Ecologia e Biomonitoramento) - Universidade Federal da Bahia, BA, p.76,2009.

STAMPS, J.; GROOTHUIS, T. G.G. The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. **Biological Reviews**, v. 85, n. 2, p. 301-325, 2010.

VASCONCELOS, H.L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 95-98, 1998.

VARGAS, A. B. *et al.* Efeitos de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 28-37, 2007.

WIERNASZ, D. C.; COLE, Blaine J. Spatial distribution of *Pogonomyrmex occidentalis*: recruitment, mortality and overdispersion. **Journal of Animal Ecology**, p. 519-527, 1995.

WRAY, M. K.; MATTILA, H. R.; SEELEY, T. D. Collective personalities in honeybee colonies are linked to colony fitness. **Animal Behaviour**, v. 81, n. 3, p. 559-568, 2011.

Referências Bibliográficas Geral

CARTER, A. J. *et al.* Animal personality: what are behavioural ecologists measuring? **Biological Reviews**, v. 88, n. 2, p. 465-475, 2013.

DELABIE, J.; MASSON, C.; FEBVAY, G. Neurobiological basis of chemical communication in the fungus-growing ant, *Acromyrmex octospinosus*. In: C S Lofgren and R K Vander Meer ed., **Fire Ants and Leaf-Cutting Ants - biology and management**, Westview Press, Boulder, Colorado, USA, 1986, 302-315.

KELLER, L.; GORDON, E. **The lives of ants**. OUP Oxford, 2009.

KRALJ-FIŠER, S.; SCHUETT, Wiebke. Studying personality variation in invertebrates: why bother? **Animal Behaviour**, v. 91, p. 41-52, 2014.

GORDON, D. M. **Ant encounters: interaction networks and colony behavior**. Princeton University Press, 2010.

RÉALE, D. *et al.* Integrating animal temperament within ecology and evolution. **Biological reviews**, v. 82, n. 2, p. 291-318, 2007.

SANTIBÁÑEZ, G.; DOMINICHETTI, J. E.; SANHUEZA, Marcelo. El conocimiento animal. **Revista de Psicología**, v. 12, n. 2, p. ág. 35-52, 2003.

SHETTLEWORTH, S. J. Animal cognition and animal behaviour. **Animal behaviour**, v. 61, n. 2, p. 277-286, 2001.

SIH, A.; DEL GIUDICE, M.. Linking behavioural syndromes and cognition: a behavioural ecology perspective. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1603, p. 2762-2772, 2012.

Anexos

1. Planilha de dados de cognição coletiva

Codificação	Data	Hora	Testemunho da aula	Pesquisador	Fluxo de Tráfego saída para IG 1	Fluxo de Tráfego saída para IG 2	Fluxo de Tráfego saída para IG 3	Fluxo de Tráfego saída para IG 4	Fluxo de Tráfego saída para IG 5	Média de Fluxo de saída para IG
1	10/10/2022	08:09:00	Teste 1 - 100a pergunta IP	Aranda	27	7	13	14	4	13
1	13/10/2022	08:22:00	Teste 3 - escola	Aranda IG - Thiago IP	10	16	10	3	3	8,4
2	10/10/2022	08:05:00	Teste 1 - 100a pergunta IP	Thiago	2	7	8	11	7,4	
2	11/10/2022	08:18:00	Teste 2 - 100a pergunta IG	Aranda	1	1	2	2	0,6	
2	13/10/2022	10:28:00	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	18	16	14	10	24	16,4
2,2	23/11/22	07:40	Teste 1 - 100a pergunta IG	Aranda	3	3	4	7	7	4,8
2,2	24/11/22	07:51	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda IP - Thiago IG	19	14	12	7	7	12,4
3	17/10/2022	07:41:00	Teste 1 - 100a grande IG	Thiago	28	22	18	13	20,2	
3	18/10/2022	08:00:00	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda IG - Thiago IP	14	10	10	7	10	10
3	20/10/2022	08:00:00	Teste 3 - escola	Aranda	14	10	10	7	3	8,8
4	17/10/2022	07:43	Teste 1 - 100a pergunta IG	Aranda	5	5	3	1	4	3,6
4	18/10/2022	07:56:00	Teste 2 - 100a pergunta IP	Thiago	4	5	4	3	2	3,6
4	20/10/2022	09:29	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	8	8	2	2	2	3,6
5	28/11/2022	07:50	Teste 1 - 100a grande IP	Thiago	39	28	13	11	5	7
5	28/11/2022	07:42	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	1	1	2	2	3,4	
5	1/12/2022	07:44	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	3	3	4	7	7	5,4
6	28/11/2022	09:23	Teste 1 - 100a grande IG	Thiago	19	14	12	7	7	15,6
6	28/11/2022	07:45	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda IG - Thiago IP	19	14	10	7	10	10
7	31/10/2022	07:43	Teste 1 - 100a pergunta IP	Thiago	1	1	2	2	2	1,4
7	1/11/2022	07:43	Teste 2 - 100a grande IG	Thiago	3	3	5	5	2	5,2
7	31/10/2022	07:40	Teste 3 - escola	Aranda IG - Thiago IP	1	1	2	2	0	1,4
8	31/10/2022	10:07	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda	12	8	1	9	2	6,4
8	1/11/2022	07:45	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda	4	4	8	1	2	4,6
8	3/11/2022	09:07	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	8	8	8	8	2	8,4
9	27/10/2022	08:05	Teste 1 - 100a pergunta IP	Thiago	5	4	4	5	8	5,4
9	18/11/2022	07:50	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda IG - Thiago IP	2	2	2	2	2	1,4
10	27/11/2022	09:26	Teste 3 - escola	Aranda	19	11	11	7	13	13,8
10	8/11/2022	07:56	Teste 2 - 100a pergunta IP	Thiago	2	2	1	7	7	5,8
10	10/11/2022	09:29	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	4	9	14	15	15	11,4
11	23/11/22	09:06	Teste 1 - 100a pergunta IP	Aranda	11	19	10	2	5	9,4
11	24/11/22	07:48	Teste 2 - 100a grande IG	Thiago	0	1	3	3	10	3,4
12	28/11/22	10:15	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda	16	20	5	5	13,4	
12	29/11/22	09:08	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda	5	7	7	11	11	8,2
12	1/12/2022	10:43	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	4	4	4	4	4	4,2
13	10/11/2022	07:56	Teste 1 - 100a pergunta IP	Thiago	22	11	14	12	7	13,2
13	10/11/22	07:56	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	29	23	12	17	13	18,8
13	12/01/23	09:26	Teste 3 - escola	Aranda IG - Thiago IP	2	2	2	2	2	1,4
14	09/01/23	07:55	Teste 1 - 100a pergunta IP	Aranda	2	17	11	7	7	8,2
14	12/01/23	07:54	Teste 2 - 100a grande IG	Thiago	1	15	10	4	4	10,4
14	12/01/23	07:55	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	1	18	8	22	9	15,2
15	09/01/23	09:23	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda	19	19	8	27	23,6	
15	12/01/23	10:54	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda IG - Thiago IP	30	38	40	32	32	30,6
16	17/01/23	08:50	Teste 3 - escola	Thiago	3	3	3	8	4	12,2
16	19/01/23	07:51	Teste 1 - 100a pergunta IP	Aranda	32	29	6	18	11	19,2
17	16/01/23	07:58	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	10	10	16	4	5	9
17	17/01/23	07:57	Teste 3 - escola	Aranda IP - Thiago IG	13	13	17	4	11,6	
18	23/01/23	07:58	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda	22	25	20	27	24	23,6
18	24/01/23	07:58	Teste 2 - 100a pergunta IP	Thiago	15	16	7	7	12	11,2
18	26/01/23	07:56	Teste 3 - escola	Aranda IG - Thiago IP	3	3	3	7	6	5,2
19	23/01/23	07:57	Teste 1 - 100a grande IG	Thiago	11	11	12	7	13	9,2
19	26/01/23	08:26	Teste 2 - 100a pergunta IP	Aranda IP - Thiago IG	10	15	7	17	1	10
20	30/01/23	08:01	Teste 3 - escola	Thiago	39	30	27	6	23,2	
20	31/01/23	07:52	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda IG - Uzcasa IP	15	3	6	8	7,8	
20	02/02/23	08:08	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	3	3	5	6	9	5,8
21	30/01/23	08:01	Teste 3 - escola	Thiago	15	18	9	7	3	10
21	31/01/23	07:50	Teste 1 - 100a grande IG	Thiago	0	0	2	7	0	2,8
21	02/02/23	09:50	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda IP - Uzcasa IG	23	12	12	11	9	18,8
22	2/02/23	07:56	Teste 3 - escola	Aranda	7	7	6	5	5	5
22	03/02/23	08:06	Teste 1 - 100a pergunta IP	Aranda IP - Thiago IG	3	3	5	5	4	4,8
23	27/02/23	09:26	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	15	15	22	19	10	19,6
23	28/02/23	09:30	Teste 3 - escola	Aranda IG - Thiago IP	12	12	12	12	12	12,2
23	02/03/23	09:34	Teste 1 - 100a grande IG	Aranda	24	24	29	33	29	27,6
25	06/03/23	07:50	Teste 2 - 100a pergunta IP	Thiago	13	11	30	18	19	18,2
25	09/03/23	08:14	Teste 3 - escola	Aranda IG - Uzcasa IP	17	12	7	2	7	9
26	13/03/23	09:04	Teste 1 - 100a pergunta IP	Uzcasa	7	7	7	3	2	3,4
26	14/03/23	07:51	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda	20	22	18	17	11	18,6
27	13/03/23	09:04	Teste 3 - escola	Thiago	7	7	7	3	2	3,4
27	14/03/23	07:48	Teste 1 - 100a grande IP	Aranda	13	13	8	8	11	11,2
27	16/03/23	09:28	Teste 2 - 100a grande IG	Aranda IP - Thiago IG	7	7	8	8	8	8,2

1.2 Planilha de dados de cognição coletiva (continuação)

Colônia	Fluxo de Trabalho saída para IP 1	Fluxo de Trabalho saída para IP 2	Fluxo de Trabalho saída para IP 3	Fluxo de Trabalho saída para IP 4	Fluxo de Trabalho saída para IP 5	Medida de Fluxo de Trabalho de saída para IP	Velocidade de saída para IS 1	Velocidade de saída para IS 2
	15	25	20	9	19			
1	1	4	2	8	34	42	32	32
2	0	0	6	6	4	2	37	37
3	0	0	0	0	0	0	28	28
22	1	7	18	16	106	44	49	49
23	1	11	2	3	22	26	21	21
3	0	0	4	7	32	39	35	35
3	0	1	1	0	04	3	41	41
4	3	8	6	15	72	27	27	27
4	0	0	0	0	1	57	95	95
5	0	12	0	5	58	18	14	14
5	0	0	0	0	0	26	26	26
6	1	0	3	1	12	57	4	4
6	1	2	1	3	14	14	38	38
7	2	5	12	7	58	35	32	32
7	1	2	2	0	24	49	41	41
8	1	1	4	1	34	16	24	24
8	0	0	1	2	04	24	24	24
9	4	3	2	3	34	24	2	2
9	3	2	4	4	26	15	34	34
10	1	2	4	3	26	32	3	3
10	1	4	4	0	16	18	25	25
11	7	9	4	0	48	18	21	21
11	0	0	1	5	14	32	36	36
12	1	1	4	5	22	22	34	34
12	5	9	13	15	10	44	54	54
13	2	11	13	2	08	38	38	38
13	0	1	1	16	64	19	23	23
14	0	7	8	15	11	31	41	41
14	1	2	1	1	14	23	2	2
15	7	17	2	2	64	37	5	5
15	4	2	1	0	18	44	78	78
16	0	2	9	10	52	27	35	35
16	9	2	1	5	3	27	25	25
17	0	11	17	16	114	23	41	41
17	0	0	1	0	02	31	3	3
18	4	13	14	10	11	38	3	3
18	6	2	4	2	3	17	17	17
19	1	1	7	7	42	29	37	37
19	2	2	0	0	08	29	37	37
20	0	20	23	20	174	24	3	3
20	0	0	1	1	06	27	19	19
21	2	12	14	5	96	06	09	09
21	1	2	0	1	08	24	27	27
22	0	11	15	13	94	26	1	1
22	15	18	29	3	164	26	1	1
23	8	6	13	1	86	44	58	58
23	1	3	9	3	62	33	26	26
25	3	20	20	15	17	28	51	51
25	0	5	4	9	28	11	17	17
26	5	12	14	9	11	18	17	17
26	1	36	2	2	26	12	21	21
27	16	6	52	16	334	21	38	38
27	1	0	1	0	08	25	38	38

1.3 Planilha de dados de cognição coletiva (continuação)

Colônia	Velocidade de saída para IG 3	Velocidade de saída para IG 4	Jude de saída pa	Medida total	Velocidade saída para IG	Velocidade saída para IP 1	Velocidade saída para IP 2	Velocidade saída para IP 3	Velocidade saída para IP 4	Velocidade saída para IP 5	Medida total	Velocidade saída para IP
1	55	25	52	41	41	55	35	5	5	45	47	
1	31	25	3	28	48	4	41	6	34	61	47	
2	44	73	59	48	374			29	42	57	42	
2	2	35	38	43								
22	19	15	13	18	16	5	45	49	14	53	51	
22	54	49	58	47	15				14	24	21	
3	5	45	56	44	18	23	49	58	51	10	51	
3	3	23	18	28	44			54	46		48	
4	3	18	18	28	63	45	54	81	5		58	
4	75	85	85	79	44	73	3	24	51	51	32	
5	19	25	3	21	21	42						
5	22	25	25	25	44	75	35	41	17	35	35	
5	22	42	25	4	22	22	35	41	34	19	34	
5	4	32	5	39	62	55	73	75	88	88	7	
6	4	32	5	39	62	55	73	75	88	88	7	
7	28	3	37	31	1							
7	12	12	12	12	1	14	1	14	05	05	09	
8	61	34	41	45	19	13	35	37	13	23	23	
8	31	31	3	26	35	17	15	15	15	23	23	
9	23	3	18	23	12	17	15	22	47	28	28	
9	88	81	111	8	95	12	55	34	71	71	77	
9	88	43	37	34	24	25	34	57	32	35	35	
10	44	4	5	39	38	41	35	17	33	33	67	
10	11	23	34	24	9	78	52	51	51	67	67	
11	23	34	2	24	2							
12	3	25	24	29	51	68	37	38	38	28	32	
12	51	4	37	35	42	37	71	5	51	51	37	
13	55	32	52	47	08	25	09	21	09	43	47	
13	41	41	41	4	08	09	09	21	21	14	14	
14	51	5	51	42	24	23	19	5	5	12	19	
14	51	24	31	51	24	23	19	19	12	12	19	
15	82	57	43	51	5	41	41	34	10	53	53	
15	5	53	51	55	12	25	41	35	33	29	29	
15	73	21	21	45	12	25	41	35	33	29	29	
16	54	53	57	45	28	19	23	29	43	28	28	
16	17	33	25	33	44	75	19	58	31	42	42	
17	47	33	25	33	27	27	37	55	85	55	55	
17	35	42	27	32	18	27	37	55	85	55	55	
18	52	53	57	45	28	19	23	29	43	28	28	
18	44	45	41	29	25	27	35	49	63	49	4	
18	19	28	24	21	42	34	47	57	23	23	23	
19	3	25	45	33	5	88	75	85	5	6	6	
19	3	25	45	33	5	88	75	85	5	6	6	
20	33	35	58	35	27	31	53	42	51	42	42	
20	35	55	45	38	18	15	15	22	18	18	18	
21	15	2	21	14	62	42			41	41	41	
21	21	15	25	19	18	17			17	17	17	
22	28	21	37	29	31	31	35	42	41	41	37	
22	17	21	15	17	34	43	53	41	12	28	28	
23	58	53	95	53	29	55	81	75	59	59	52	
23	58	53	95	53	29	55	81	75	59	59	52	
23	53	52	55	42	29	55	81	75	59	59	52	
24	75	53	58	57	35	44	53	81	59	59	52	
25	18	15	11	15	35	42	49	51	48	48	47	
25	28	24	3	23	28	38	57	78	64	64	42	
27	28	38	4	33	115	25	51	24	53	53	53	

2. Planilha de dados com inequação (Cognição)

Colônia	Fgi	Fpi	Fgi/Fpi	Fge	Fpe	Fge/Fpe	Vgi	Vpi	Vgi/Vpi	Vge	Vpe	Vge/Vpe
1	13	19	0,68	8,4	3,4	2,47	4,1	4,7	0,87	2,8	4,7	0,6
2	4	4	1	0,6	0	#DIV/0!	4,8	4,2	1,14	3,1	37,4	0,08
2.2	16,4	10,6	1,55	4,8	2,2	2,18	4,3	5,1	0,84	1,8	2,1	0,86
3	12,4	3,2	3,88	8,8	0,4	22	4,7	5,1	0,92	4,4	4,8	0,92
4	3,6	7,5	0,48	3,6	1	3,6	2,8	5,8	0,48	7,9	5,8	1,36
5	7	5,8	1,21	3,4	0	#DIV/0!	2,1	3,2	0,66	2,6	0	#DIV/0!
6	15,6	1,2	13	20,2	1,7	11,88	4	3,6	1,11	3,9	3,4	1,15
7	5,2	5,8	0,9	1,4	2,4	0,58	3,1	7	0,44	1,2	0,9	1,33
8	6,4	3,4	1,88	4,6	0,4	11,5	4,5	2,3	1,96	2,6	2,3	1,13
9	5,4	3,4	1,59	10,8	2,6	4,15	2,3	2,8	0,82	8	7,7	1,04
10	9,8	2,6	3,77	11,4	1,6	7,13	3,4	3,6	0,94	3,9	3,3	1,18
11	9,4	4,6	02,04	3,4	1,4	2,43	2,4	6,7	0,36	2	3,2	0,63
12	13,4	2,2	06,09	6	4	1,5	2,9	3,7	0,78	3,6	5,8	0,62
13	13,2	10	1,32	18,8	0,8	23,5	4,7	4,7	1	4	1,4	2,86
14	8,2	6,4	1,28	10,4	1,4	7,43	4,2	5,2	0,81	2,7	1,9	1,42
15	15,2	6,4	2,38	30,6	1,8	17	5,1	5,3	0,96	5,5	2,9	1,9
16	12,2	6,2	1,97	19,2	3	6,4	4,6	2,8	1,64	4,5	4,2	1,07
17	9	11,4	0,79	11,6	0,2	58	3,3	5,5	0,6	3,2	2,2	1,45
18	23,6	11	2,15	11,2	3	3,73	4,6	4	1,15	3,9	4	0,98
19	9,2	4,2	2,19	10	0,8	12,5	2,1	7,1	0,3	3,3	3,7	0,89
20	23,2	17,4	1,33	7,8	0,6	13	3,6	4,2	0,86	3,8	1,8	2,11
21	10	9,6	01,04	2	0,8	2,5	1,4	4,1	0,34	1,9	1,7	1,12
22	18,8	9,4	2	5	16,4	0,3	2,9	3,7	0,78	1,7	3,6	0,47
23	19,6	8,6	2,28	12,2	6,2	1,97	6,3	4,3	1,47	3,3	6,2	0,53
25	27,6	17	1,62	18,2	2,8	6,5	4,2	5,9	0,71	5,7	8,3	0,69
26	9	11	0,82	3,4	2,6	1,31	1,6	4,7	0,34	2,3	4,2	0,55
27	18,6	33,4	0,56	11,2	0,8	14	3,3	6,4	0,52	3,5	5,3	0,66

3. Planilha de Personalidade

COLÔNIA	DATA	HORA	PERSONALIDADE	PESQUISADOR	FOTO 1	FOTO 2	FOTO 3	FOTO 4	FOTO 5	FOTO 6	FOTO 7	FOTO 8	FOTO 9	FOTO 10	DIÂMETRO	RAIO
22	28/11/22	07:53	Dia 1	Ananda	4	6	5	5	14	3	15	20	25	27		
22	5/12/22	07:53	Dia 2	Ananda			1	1	2	1	1	2	2	4	0,8	
22	12/12/22	07:45	Dia 3	Ananda	3	5	6	8	2	2	7	14	9	11	1,3	7,5
3	28/10/22	09:04	Dia 1	Ananda	6	4	10	9	11	12	9	17	18	17	1,6	10
3	7/11/22	08:43	Dia 2	Ananda	10	8	10	10	13	9	9	9	9	4	0,9	
3	14/11/22	08:43	Dia 3	Thiago	19	22	23	16	15	10	17	18	14	15	3	7
5	5/12/22	08:01	Dia 1	Thiago	1	2	4	6	6	9	8	9	7	6	0,5	6
5	12/12/22	07:57	Dia 2	Thiago	0	1	1	2	2		3	5	2	3	1	6
5	19/12/22	08:14	Dia 3	Thiago	2		3	3	8	7	4	4	5	3	1	6
6	5/12/22	08:40	Dia 1	Thiago	6	17	16	30	29	24	24	28	32	34	2	7,5
6	12/12/22	08:36	Dia 2	Thiago			1	2	1	1	1	3	5	4	3,5	9,5
6	19/12/22	08:46	Dia 3	Thiago	21	18	19	22	26	27	10	10	7	11	3,5	9,5
7	7/11/22	10:28	Dia 1	Ananda	4	6	12	12	10	20	18	19	12	16	2	9
7	14/11/22	09:43	Dia 2	Ananda	4	4	6	6	5	6	3	3	3	7	1,1	6
7	21/11/22	09:44	Dia 3	Ananda	6	8	11	11	14	18	13	17	7	1	0,9	6
8	7/11/2022	11:03	Dia 1	Ananda	2	3	4	2	4	1	2	6	11	16	1,5	
8	14/11/22	09:48	Dia 2	Thiago	4	5	4	2	4	1	3	1				
8	21/11/22	10:33	Dia 3	Ananda	4	5		3	11	4	5				0,6	
9	21/11/22	08:25	Dia 1	Ananda	6		3	25	19	16	23	21	21	18		
9	28/11/22	08:22	Dia 2	Ananda	4	7	10	19	13	8	21	18	22	12	1	8
9	5/12/22	08:25	Dia 3	Ananda	4	8	9	10	13	16	17	28	22	25	1	7,3
10	21/11/22	09:05	Dia 1	Ananda	0						1					
10	28/11/22	09:05	Dia 2	Ananda						2	3	1	4	2	0,7	
10	5/12/22	09:15	Dia 3	Ananda		2	2	1	11	6	13	18	12	15	1	
11	28/11/22	09:41	Dia 1	Ananda		4	9	6	4	6	7	2	9	7	0,7	10
11	5/12/22	09:54	Dia 2	Ananda	2	3	4	7	5	8	14	17	16	20	1,5	
11	12/12/22	09:52	Dia 3	Ananda	3	9	5	12	10	15	16	6	15	15	-	10
12	5/12/22	09:26	Dia 1	Thiago	6	7	10	5	13	21	9	15	14	17	1	5
12	12/12/22	09:18	Dia 2	Thiago	1	4	5	5	15	15	15	20	22	20	1,5	7,5
12	19/12/22	09:21	Dia 3	Thiago	9	10	7	8	8	13	10	8	10	8	1,5	7
13	13/01/23	07:53	Dia 1	Ananda	11	12	15	17	16	17	13	16	19	22	1,5	7
13	20/01/23	07:50	Dia 2	Ananda	1	1	1	1	6	6	5	5	2	7	1	6
13	27/01/23	07:59	Dia 3	Thiago	2	1	3	7	3	4	5	3	1	5	1	6,5
14	13/01/23	07:54	Dia 1	Thiago	0	0	0	1	1	1	3	3	3	1	2,5	9
14	20/01/23	07:50	Dia 2	Thiago	19	16	13	11	7	15	13	10	15	13	2	8

3.1 Planilha de Personalidade (continuação)

14	27/01/23	07:59	Dia 3	Ananda	7	11	8	11	6	13	11	14	21	34	1,2	6
15	13/01/23	08:32	Dia 1	Ananda	2	1	5	7	10	13	9	5	9	6	2,5	7,5
15	20/01/23	08:30	Dia 2	Ananda	3	5	9	12	6	8	22	18	21	18	1,2	4
15	27/01/23	08:35	Dia 3	Thiago	16	29	29	27	28	29	20	16	12	19	3	5
16	20/01/23	08:33	Dia 1	Thiago	6	8	18	11	28	15	26	23	15	32	1,5	10
16	27/01/23	08:34	Dia 2	Ananda	7	14	12	19	22	23	31	34	36	30	2	10
16	03/02/23	08:36	Dia 3	Ananda	2	2	2	10	5	4	7	15	10	17	1	10
17	20/01/23	09:08	Dia 1	Ananda	9	9	14	21	24	20	29	25	35	37	1	9
17	27/01/23	09:12	Dia 2	Thiago	13	6	8	17	21	28	25	20	20	17	1,5	8
17	03/02/23	09:05	Dia 3	Uzeda	5	7	4	11	10	12	8				0,7	5
18	27/01/23	09:14	Dia 1	Ananda	7	15	13	28	36	40	26	21	34	30	1,5	6,5
18	03/02/23	09:13	Dia 2	Ananda	10	8	19	17	22	26	24	31	15	26	0,7	4
18	10/02/23	09:10	Dia 3	Ananda	9	16	22	23	34	32	42	53	56	50	1	5
19	27/01/23	09:56	Dia 1	Ananda	14	22	28	26	35	12	11	18	15	11	1,5	5
19	03/02/23	09:58	Dia 2	Ananda	17	20	13	23	10	15	11	5	6	3	0,8	6
19	10/02/23	09:50	Dia 3	Thiago	3	6	8	6	8	10	14	17	17	16	1	6,5
20	03/02/23	08:01	Dia 1	Uzeda	4	10	19	7	7	5	5	6	11	10	1,5	7,5
20	10/02/23	08:00	Dia 2	Ananda	6	12	20	17	15	23	22	34	24	26	1,5	6,5
20	17/02/23	08:00	Dia 3	Thiago	2	2	1	1	3	5	5	4	3	9	2	6,5
21	03/02/23	07:57	Dia 1	Ananda	1	3	3	7	8	11	22	20	23	25	0,5	7
21	10/02/23	07:57	Dia 2	Thiago	0	1	1	4	7	8	10	9	6	8	0,5	6,5
21	17/02/23	07:51	Dia 3	Ananda				1						1	0,6	
22	03/03/23	07:53	Dia 1	Ananda	10	5	6	11	16	15	12	13	17	16	1,5	9,5
22	10/03/23	07:50	Dia 2	Ananda	6	11	20	8	17	25	20	28	25	26	1,5	10
22	17/03/23	07:54	Dia 3	Thiago	3	3		5	5	6	13	7	9	12	1	9
23	03/03/23	08:24	Dia 1	Thiago	11	24	41	47	54	60	69	53	25	48	1,5	5,5
23	10/03/23	08:25	Dia 2	Ananda	13	16	19	22	35	32	27	29	31	29	1,7	6
23	17/03/23	08:33	Dia 3	Thiago	2	7	11	11	15	18	14	8	10	11	2	6,5
25	10/03/23	09:05	Dia 1	Ananda	19	17	24	40	31	38	25	26	29	16	2	9
25	17/03/23	09:14	Dia 2	Thiago	18	21	17	21	42	29	30	35	34	37	1	8,5
25	24/03/23	09:00	Dia 3	Ananda	6	8	26	29	57	60	49	27	30	28	1,5	5,5
26	17/03/23	08:01	Dia 1	Ananda	4	4	11	17	7	13	2	3	11	12	0,6	5
26	24/03/23	08:03	Dia 2	Ananda	0	0	1	5	3	3	4	5	3	2	0,4	
26	31/03/23	07:56	Dia 3	Thiago	1	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	
27	17/03/23	08:40	Dia 1	Ananda	5	9	12	10	13	12	9	8	10	11	1	6
27	24/03/23	08:43	Dia 2	Thiago	2	6	4	13	14	9	10	10	10	10	2	6
27	31/03/23	08:40	Dia 3	Ananda	3	5	7	5	7	7	4	4	4	8	0,5	6

4. Planilha completa com dados de forrageamento

COLÔNIA	FOTO 1	FOTO 2	FOTO 3	FOTO 4	FOTO 5	FOTO 6	FOTO 7	FOTO 8	FOTO 9	FOTO 10	média
1	0	3	71	63	54	38	30	20	8	7	36,375
2,2	2	3	4	4	13	31	34	38	43	50	34,833
3	57	52	44	34	44	35	26	12	10	8	32,2
5	22	46	38	39	32	35	23	25	20	17	29,7
6	7	16	21	22	23	19	8	16	15	17	16,4
7	55	81	114	133	22	18	16	18	16	15	48,8
8	7	17	33	28	30	25	19	15	19	24	21,7
9	18	42	59	52	51	54	74	60	47	44	50,1
10	1	1	7	6	9	8	19	47	56	59	26,375
12	0	1	2	2	10	10	12	17	10	4	10,5
13	0	1	0	0	0	5	17	23	16	10	14,2
15	1	19	34	29	31	32	30	21	23	13	25,777
16	2	7	15	7	10	8	15	18	7	6	10,333
18	66	56	75	52	46	46	36	36	27	22	46,2
20	46	72	54	60	53	51	40	39	22	34	47,1
21	0	0	1	5	9	7	6	4	3	2	5,142
22	21	61	77	72	76	65	50	77	74	47	62
23	8	10	8	6	3	1	1	6	9	11	6,3
25	43	63	72	54	54	67	52	46	42	35	52,8
26	1	23	33	20	22	25	30	23	29	18	24,777
27	1	0	2	12	6	12	11	9	12	7	9,857

5. Cognição e tamanho de ninho (média de forrageadoras)

Colônia	FGe/FPe	VGe/VPe	m_form
1	2.47	0.6	36,3
2	2.18	0.86	34,8
3	22	0.92	32,2
6	14.42	1.15	16,4
7	0.58	1.33	48,8
8	11.5	1.13	21,7
9	4.15	01.04	50,1
10	7.13	1.18	26,3
12	1.5	0.62	10,5
15	17	1.9	25,7
16	6.4	01.07	10,3
18	3.73	0.98	46,2
20	13	2.11	47,1
21	2.5	1.12	5,1
22	0.3	0.47	62,0
23	1.97	0.53	6,3
25	6.5	0.69	52,8
26	1.31	0.55	24,7
27	14	0.66	9,8

6. Cognição e tamanho de ninho (utilizando o diâmetro da entrada do ninho)

Colônia	FGe/FPe	VGe/VPe	t_ninho_diametro_cm
1	2.47	0.6	2,5
2	2.18	0.86	1,00
3	22	0.92	1,80
6	14.42	1.15	3,00
7	0.58	1.33	1,30
8	11.5	1.13	1,00
9	4.15	01.04	1,00
10	7.13	1.18	0,80
11	2.43	0.63	1,10
12	1.5	0.62	1,30
13	23.5	2.86	1,10
14	7.43	1.42	1,90
15	17	1.9	2,20
16	6.4	01.07	1,50
17	58	1.45	1,00
18	3.73	0.98	1,00
19	12.5	0.89	1,10
20	13	2.11	1,60
21	2.5	1.12	0,50
22	0.3	0.47	1,30
23	1.97	0.53	1,70
25	6.5	0.69	1,50
26	1.31	0.55	0,60
27	14	0.66	1,10

7. Cognição e tamanho do ninho (raio da areia solta – parte externa do ninho)

Colônia	FGi/FPi	VGi/VPi	FGe/FPe	VGe/VPe	t_ninho_raio_cm
2	1.55	0.84	2.18	0.86	7,5
3	3.88	0.92	22	0.92	8,5
6	13	1.11	14.42	1.15	8,8
7	0.9	0.44	0.58	1.33	7
9	1.59	0.82	4.15	01.04	7,6
11	02.04	0.36	2.43	0.63	10
12	06.09	0.78	1.5	0.62	6,5
13	1.32	1	23.5	2.86	6,5
14	1.28	0.81	7.43	1.42	7,6
15	2.38	0.96	17	1.9	5,5
16	1.97	1.64	6.4	01.07	10
17	0.79	0.6	58	1.45	7,3
18	2.15	1.15	3.73	0.98	5,1
19	2.19	0.3	12.5	0.89	5,8
20	1.33	0.86	13	2.11	6,8
21	01.04	0.34	2.5	1.12	6,7
22	2	0.78	0.3	0.47	9,5
23	2.28	1.47	1.97	0.53	6
25	1.62	0.71	6.5	0.69	7,6
26	0.82	0.34	1.31	0.55	5
27	0.56	0.52	14	0.66	6

8. Personalidade e tamanho de ninho (diâmetro da entrada)

ninho	m_persona	t_ninho_diametro_cm
n2	6,9	1,00
n3	12,43	1,80
n5	4,16	0,8
n6	14,4	3,00
n7	9,4	1,30
n8	4,46	1,00
n9	15,13	1,00
n10	4	0,80
n11	8,73	1,10
n12	11	1,30
n13	7,46	1,10
n14	9,5	1,90
n15	13,8	2,20
n16	16,13	1,50
n17	15,9	1,00
n18	26,16	1,00
n19	14	1,10
n20	10,6	1,60
n21	6,43	0,50
n22	12,56	1,30
n23	26,4	1,70
n25	28,96	1,50
n26	4,33	0,60
n27	8,1	1,10

9. Personalidade e tamanho de ninho (média de forrageadoras)

ninho	m_persona	m_form
n2	6,9	34,8
n3	12,43	32,2
n5	4,16	29,7
n6	14,4	16,4
n7	9,4	48,8
n8	4,46	21,7
n9	15,13	50,1
n10	4	26,3
n12	11	10,5
n15	13,8	25,7
n16	16,13	10,3
n18	26,16	46,2
n20	10,6	47,1
n21	6,43	5,1
n22	12,56	62,0
n23	26,4	6,3
n25	28,96	52,8
n26	4,33	24,7
n27	8,1	9,8

10. Personalidade e tamanho de ninho (raio da areia solta– parte externa do ninho)

Colônia	m_persona	t_ninho_raio_cm
2	6,9	7,5
3	12,43	8,5
6	14,4	8,8
7	9,4	7
9	15,13	7,6
11	8,73	10
12	11	6,5
13	7,46	6,5
14	9,5	7,6
15	13,8	5,5
16	16,13	10
17	15,9	7,3
18	26,16	5,1
19	14	5,8
20	10,6	6,8
21	6,43	6,7
22	12,56	9,5
23	26,4	6
25	28,96	7,6
26	4,33	5
27	8,1	6