

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LUCAS GÜTLER RODRIGUES

**CONSEQUÊNCIAS DE IMPACTOS ANTRÓPICOS PARA A DIVERSIDADE
FUNCIONAL DE FORMIGAS NA AMAZÔNIA**

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

LUCAS GÜTLER RODRIGUES

**CONSEQUÊNCIAS DE IMPACTOS ANTRÓPICOS PARA A DIVERSIDADE
FUNCIONAL DE FORMIGAS NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Ricardo Ribeiro de C. Solar

Coorientadora: Tathiana G. Sobrinho

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa -
Campus Viçosa

T

R696c
2020
Rodrigues, Lucas Gütlér, 1994-
Consequências de impactos antrópicos para a diversidade
funcional de formigas na Amazônia / Lucas Gütlér Rodrigues. - Viçosa,
MG, 2020.
75 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Ricardo Ribeiro de Castro Solar.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.41-49.

1. Ecossistemas. 2. Biodiversidade - Conservação. 3. Biomassa
vegetal. 4. Cobertura dos solos. 5. Solo - Uso. 6. Fragmentação.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia Geral.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia. II. Título.

CDD 22. ed. 577.5727

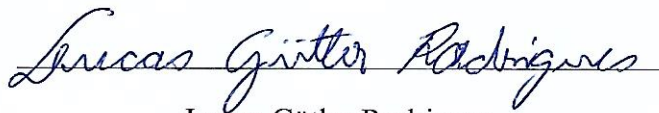
LUCAS GÜTLER RODRIGUES

**CONSEQUÊNCIAS DE IMPACTOS ANTRÓPICOS PARA A
DIVERSIDADE FUNCIONAL DE FORMIGAS NA AMAZÔNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2020.

Assentimento:



Lucas Gütlér Rodrigues

Autor



Dr. Ricardo Ribeiro de Castro Solar

(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao longo desses dois anos, muitas pessoas fizeram parte da minha jornada, e as páginas de agradecimentos não seriam suficientes para descrever o papel essencial que cada uma exerceu na minha vida.

Um agradecimento especial aos meus amigos, os longe e os de perto, que fizeram os meus dias mais alegres e de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho. Em especial agradeço imensamente ao Niumaique, a pessoa que mais me ouviu durante esse período. Niu, você não faz ideia de quanto sua amizade é importante pra mim, você me ajudou a segurar a barra como se tudo o que eu passei fosse com você. Cada ligação era a certeza que meu coração iria ficar mais leve, saiba que a conclusão desse trabalho também é uma vitória sua. Amo você demais e torço pelo seu sucesso.

Aos meus de longe: Nayara Morais, Dayanne Correia, Carla Cavassani, Igor Damasceno, Vanessa Botazini, Flaviana Xavier e tantos outros, vocês são muito importantes pra mim e não importa a distância, sempre vai ter um pedacinho de cada um comigo. Aos amigos de Viçosa: Josiane (a primeira nativa que conheci nessa cidade, que me acolheu de forma incrível mostrando o que o povo de Minas tem de melhor) Elenir, Rodrigo, Júlio e ao pessoal do LABECOL que me acolheu prontamente.

Aos meus amigos do mestrado Raphael Novaes e Caio Motta, só vocês dois sabem os perrengues que passamos, obrigado por me aturar sempre. Rapha, obrigado por cada partida jogada, por cada momento compartilhado. Agradeço ainda mais ao Caio, por ter feito parte da melhor fase da minha vida, por ter me ajudado (ou tentado) a me desconstruir e se aceitar. Amo você vidinha.

Ao meu amigo de república Caio Augusto, tenho certeza que vai sentir minha falta mesmo eu tendo sido insuportável em sua vida, dividir apartamento com você foi um grande aprendizado.

Agradeço as pessoas do meu antigo laboratório (LABSEI), Pedro Sanders, Douglas, Pedro Henrique, Ivone e Rhayane, foi muito engrandecedor trabalhar com vocês, espero que a parceria dure muito. Aqui cabe um agradecimento à pessoa que é o motivo de eu estar onde estou por acreditar que sempre dá pra ir mais longe, que não mede esforços pra ver a gente crescer (mesmo que longe do ninho). Tathi Guerra (a rainha da colônia de formigas de restinga), entrar na sua sala quando tudo já não fazia sentido e eu queira desistir foi o melhor que eu fiz naquele dia, você me acolheu da forma mais incrível que um orientador pode fazer, espero muito retribuir tudo o que tem feito por mim. Ter-te como orientadora e agora como coorientadora foi um grande presente que a vida

acadêmica me proporcionou.

Agradeço também ao meu orientador Ricardo Solar por ter se disponibilizado em me orientar sem nem mesmo saber quem eu era; por abrir as portas em seu laboratório na UFMG quando precisei. Confesso que deveria ter aproveitado melhor todo seu conhecimento, mas tenho certeza que o fruto dessa orientação será recompensador. Agradeço aos professores José Schoereder e Frederico Salles por terem me acolhido em seus laboratórios durante a coleta de dados.

Agradeço a Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia pela oportunidade de aperfeiçoar minha formação acadêmica e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – Código de Financiamento 001) pela bolsa concedida. Agradeço ao apoio da Rede Amazônia Sustentável (<https://www.rasnetwork.org>), iniciativa de mais de uma centena de pessoas que permitiu a coleta dos dados dessa dissertação. RAS é uma rede composta por pesquisadores de mais de 30 instituições do Brasil e do exterior, é uma iniciativa criada com o objetivo de produzir e aplicar evidências científicas como caminho para fortalecer a sustentabilidade na região Amazônica. Agradeço também aos financiadores do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia-Biodiversidade e Uso da Terra na Amazônia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, Iniciativa Darwin do governo do Reino Unido, Conselho de Pesquisa em Conservação da Natureza e Meio Ambiente e a Rede Amazônia Sustentável por viabilizar a obtenção dos dados.

Enfim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente fazem parte da minha vida, e me suportam (no fundo, bem no fundo sou um amorzinho), minha profunda gratidão.

RESUMO

GÜTLER, Lucas Rodrigues, MSc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Consequências de impactos antrópicos para a diversidade funcional de formigas na Amazônia.** Orientador: Ricardo Ribeiro de Castro Solar. Coorientadora: Tathiana Guerra Sobrinho.

Impactos de origem antrópica estão causando graves mudanças na biodiversidade, afetando os serviços ecossistêmicos. Entender a dimensão e abrangência dessas alterações é imprescindível para compreender o funcionamento dos ecossistemas. Nesse contexto, nosso objetivo é entender as consequências das mudanças de cobertura e uso do solo para a diversidade funcional de formigas e aplicar a classificação CSR para esse grupo. Para atingir esse objetivo utilizamos um conjunto de dados referentes a formigas, coletadas em um gradiente de distúrbios na região Amazônica. Testamos a hipótese de que existe perda de diversidade funcional das formigas ao longo do gradiente de distúrbio e adaptamos a classificação CSR usando atributos funcionais. A avaliação da estrutura funcional das assembleias de formigas foi feita por meio dos parâmetros riqueza funcional, divergência funcional, dispersão funcional, equidade funcional e entropia de Rao^Q, e verificamos diferenças na composição funcional das assembleias. Para a adaptação da classificação CSR, seguimos o protocolo desenvolvido por Pierce et al. 2013. Com relação à estrutura funcional, os resultados indicam perda de diversidade funcional das comunidades de formigas em ambientes com maior perda de biomassa, e mudanças na composição funcional das assembleias de formigas. Dessa forma, os distúrbios antrópicos revelam uma desestruturação funcional das assembleias de formigas afetando o seguro ecológico do ecossistema. A adaptação da classificação CSR permitiu a identificação das estratégias adaptativas das espécies de formigas dentro do triângulo CSR. As espécies de formigas foram classificadas como competidoras e ruderais, e isso se deve as características dos ambientes de amostragem, os quais estão submetidos a baixos níveis de estresse e altos níveis de distúrbios. Essa classificação abre caminhos para o aperfeiçoamento de estudos ecológicos que envolvam formigas, estabelecendo padrões mais gerais da estrutura das comunidades e a dinâmica em respostas à perturbação ambiental. Além disso, essa classificação pode prever e generalizar respostas em escalas mais amplas, facilitando comparações biogeográficas e melhora a capacidade previsiva da bioindicação. De forma geral, as alterações humanas revelam uma desestruturação funcional das assembleias de formigas provocada por alterações na composição funcional, afetando a resiliência dessas assembleias devido à redundância funcional que as espécies passam a exibir. Essas alterações podem, agora,

ser entendidas de forma mais claras por meio da aplicação da classificação CSR, facilitando o entendimento dos efeitos ecológicos da perturbação antrópica e melhorando tomada de decisões que envolvam esforços de manejo e recuperação de ambientes impactados.

Palavras-chave: Atributos funcionais. Funcionamento do ecossistema. Distúrbio. Perda de biomassa. Antropização.

ABSTRACT

GÜTLER, Lucas Rodrigues, MSc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Consequences of anthropic impacts on the functional diversity of ants in the Amazon.** Advisor: Ricardo Ribeiro de Castro Solar. Co-advisor: Tathiana Guerra Sobrinho.

Anthropogenic impacts affect biodiversity and ecosystem services. Understanding the dimension and scope of these changes is essential to understand the functioning of ecosystems. In this context, our goal is to understand the consequences of changes in cover and land use for the functional diversity of ants and apply the CSR classification to this group. To achieve this goal, we used a set of data referring to ants, collected in a gradient of disturbances in the Amazon region. We tested the hypothesis that there is a loss of functional diversity of ants along the disturbance gradient and adapted the CSR classification using functional attributes. We evaluated the structure and functional composition of ant assemblies and adapted the CSR classification, following the protocol developed by Pierce et al. 2013. Regarding the functional structure, the results indicate loss of functional diversity of the ant communities in environments with greater loss of biomass, and changes in the functional composition of the ant assemblages. In this way, anthropic disturbances reveal a functional disruption of ant assemblies, affecting the ecological insurance of the ecosystem. The adaptation of the CSR classification classified the ant species as competing and ruderal, and this is due to the characteristics of the sampling environments, which are subjected to low levels of stress and high levels of disturbances. This classification opens the way for the improvement of ecological studies involving ants, establishing more general patterns of community structure and dynamics in responses to environmental disturbance. In addition, this classification can predict and generalize responses on broader scales, facilitating biogeographic comparisons and improving the predictive capacity of bioindication. In general, anthropic disturbances cause major changes in biodiversity that can now be understood more clearly through the application of the CSR classification, facilitating the understanding of the ecological effects of the disturbance and improving decision-making involving management efforts and recovery of impacted environments.

Keywords: Functional attributes. Ecosystem functioning. Disturbance. Loss of biomass. Anthropization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
1.1.1 OBJETIVOS	11
1.1.2 Objetivo geral da dissertação	11
1.1.3 Objetivos específicos	12
2 Capítulo 1: Mudanças de uso e cobertura do solo causam perda da estrutura funcional da comunidade de formigas na Amazônia Brasileira	13
Resumo	13
Abstract:.....	14
2.1 INTRODUÇÃO.....	15
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.2.1 Coleta dos dados	16
2.2.2 Diversidade Funcional de formigas	17
2.2.3 Análises estatísticas	18
2.3 RESULTADOS	18
2.4 DISCUSSÃO	22
3 Capítulo 2: Combinação de traços funcionais e estratégias adaptativas para prever consequências de distúrbios antrópicos sobre formigas	26
Resumo	26
Abstract:.....	27
3.1 INTRODUÇÃO.....	28
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.2.1 Coleta dos dados	30
3.2.2 Mensuração dos atributos	31
3.2.3 Adaptação da classificação CSR.....	32
3.3 RESULTADOS	33
3.4 DISCUSSÃO	38
4 REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	50

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os impactos de origem antrópica estão causando sérias mudanças na biodiversidade. Os efeitos negativos dessas alterações sobre a biodiversidade envolvem homogeneização biótica e funcional, divergência entre comunidades e extinção de espécies (Solar et al., 2015; Paolucci et al., 2016; Leitão et al., 2018). Entretanto, as consequências para o funcionamento dos ecossistemas são questões que ainda precisam ser esclarecidas, principalmente com relação aos impactos provocados por diferentes usos da terra.

Nesse sentido, o uso de bioindicadores, organismos cuja diversidade ou outros atributos refletem o estado biótico e abiótico de um ambiente (McGeoch, 1998), tem se tornado uma das ferramentas fundamentais para medir e monitorar os efeitos dessas mudanças (Burger, 2006). Desta forma, distúrbios afetam organismos bioindicadores de maneira previsível quando o ambiente passa por alguma pressão, provocando mudanças nos padrões de diversidade, crescimento, reprodução e distribuição das espécies, indicando as condições do ambiente onde se encontram (Chapman et al., 2018; Del Toro et al., 2015; Hoffmann et al., 2019). A utilização de organismos como bioindicadores se deve à facilidade na medição, sensibilidade e rápida percepção das espécies a mudanças no ambiente (Dufrêne & Legendre, 1997; Niem & McDonald, 2004), além de ser uma ferramenta que demanda menor investimento financeiro na avaliação dos efeitos de eventos antrópicos (McGeoch, 1998). Uma vez que o monitoramento de alguns grupos de organismos permite identificar as modificações com devida antecedência e prover tomadas de decisão rápidas às alterações no habitat. Como essas alterações estão exercendo fortes pressões sobre a biodiversidade influenciando nos processos e serviços ecossistêmicos (Newbold et al., 2015; Steffen et al., 2015; Hoffmann et al., 2019), o uso de bioindicadores tem aumentado largamente, abrangendo principalmente invertebrados terrestres e aquáticos e as plantas (Siddig et al., 2016).

Apesar da crescente utilização de organismos como bioindicadores, a seleção de grupos ou espécies adequados, do método e de métricas aplicadas nos diferentes habitats de amostragem, ainda limitam a aplicação desses modelos em sistemas de monitoramento (Underwood & Fisher, 2006; Siddig et al., 2016). As métricas de riqueza, abundância e composição são bastante úteis para investigar respostas mais imediatas causadas por impactos mais intensos como mineração e rompimento de

barragens (Graham et al., 2009; Ribas et al., 2012). Entretanto, como muitos impactos possuem efeitos persistentes ou ocorreram há mais tempo, o uso dessas métricas menos refinadas não captura e não são suficientes para descrever os efeitos das alterações nas comunidades. Além disso, os resultados obtidos por essas métricas não permitem prever ou generalizar respostas para áreas ou escalas mais amplas, já que as respostas das comunidades variam entre ecossistemas, sendo as conclusões específicas para cada caso (Burger, 2006).

Considerando que as alterações nos habitats, principalmente tropicais, se tornaram mais rápidas e intensas nos últimos tempos (Barlow et al., 2018; Gardner et al., 2007), o estabelecimento de métodos e métricas que nos forneçam informações em múltiplas escalas pode facilitar o estabelecimento de padrões mais gerais em um cenário de mudanças globais (Chave, 2013). Nesse sentido a utilização de atributos funcionais, que são características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e fenológicas que influenciam o desempenho dos organismos no ambiente (McGill et al., 2006; Violle et al., 2007), tem se mostrado bastante promissor em estudos de mudanças ambientais (Carreno-Rocabado et al., 2012; Chapman et al., 2018; Kattge et al., 2011; Leitão et al., 2018; Mouillot et al., 2013). Essas características são importantes para entender como as espécies se adaptam às transformações ambientais, baseadas na funcionalidade e não na taxonomia, já que espécies que compartilham o mesmo nicho tendem a ser funcionalmente similares por compartilhar atributos semelhantes (Grime, 1979; Lavorel et al., 1997).

A abordagem baseada em atributos parte do princípio de que o ambiente funciona como um filtro ecológico que seleciona indivíduos com características adequadas para determinadas condições (Keddy, 1992; Brosseau et al., 2018). As características relacionadas com a aptidão dos organismos fazem parte dos atributos de resposta (McGill et al., 2006), sendo aquelas que variam em resposta a mudanças ambientais (Violle et al., 2007). Já as características que afetam algum processo ecológico, em nível de comunidade ou ecossistema, são atributos de efeito (Díaz & Cabido, 2001; Violle et al., 2007). Essa abordagem tem sido bastante útil, principalmente para plantas, permitindo o entendimento de questões relativas a variações nas estratégias de história de vida (Adler et al., 2014), facilitando a previsão da herbivoria foliar (Loranger et al., 2012), melhorando o entendimento de como as mudanças globais afetarão a biodiversidade terrestre (McMahon et al., 2011), bem como para entender como a diversidade ecológica influencia as funções ecossistêmicas.

Com relação às mudanças globais, o uso de atributos funcionais tem possibilitado a compreensão de diferentes trajetórias da biodiversidade. Em relação ao uso da terra, o uso de atributos funcionais tem ajudado a entender como essas alterações têm afetado a biodiversidade (Leitão et al., 2018), e como os processos e serviços ecossistêmicos estão sendo influenciados (Cadotte et al., 2011). Sendo assim, os atributos funcionais têm mostrado ser uma alternativa muito eficaz para respostas rápidas e consistentes dos organismos e ecossistemas para múltiplos distúrbios (Mouillot et al., 2013). Podendo ser um método mais preditivo, permitindo uma abordagem com comparações entre assembleias inteiras, fornecendo uma ferramenta mais aplicável para analisar os efeitos da perturbação nas associações de espécies, quando comparado aos métodos já usados.

Dentre os grupos reconhecidamente tidos como bons bioindicadores, as formigas se destacam por: permitir a detecção de espécies invasoras, a vulnerabilidade de espécies, os efeitos da conversão e fragmentação de habitats (Underwood & Fisher, 2006); realizar processos ecossistêmicos fundamentais ao funcionamento do ecossistema como dispersão de sementes e ciclagem de nutrientes (Del Toro et al., 2012). Além disso, suas características corporais estão associadas à aptidão no ambiente (Silva & Brandão, 2010; Gibb & Parr, 2013; Weiser & Kaspari, 2006), as quais podem ser indicativas do processo de sucessão de espécies, mudanças na estratégia de forrageamento e, potencialmente, evolução em resposta a mudanças na estrutura do habitat (Gibb & Parr, 2013). Dessa forma, avaliar os efeitos dos impactos de origem antrópica sobre as comunidades de formigas, por meio da utilização de atributos funcionais permitirá a compreensão das distintas trajetórias de perda de diversidade funcional, auxiliando nas tomadas de decisões que envolvam a preservação da biodiversidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral da dissertação

Entender as consequências das alterações ambientais para a diversidade funcional de formigas, a fim de ter a capacidade preditiva para outros locais, escalas e tipos de impactos, por meio da adaptação do método das estratégias CSR.

1.1.2 Objetivos específicos

i- Selecionar atributos funcionais de formigas que estejam relacionados à aptidão ecológica desses organismos;

ii- Aplicar a classificação CSR em formigas, relacionando com o gradiente de impactos antrópicos.

iii- Testar a seguinte hipótese:

H1: Existe perda de diversidade funcional das formigas ao longo do gradiente de distúrbio;

2 Capítulo 1: Mudanças de uso e cobertura do solo causam perda da estrutura funcional da comunidade de formigas na Amazônia Brasileira

Resumo:

As intensas modificações causadas pela atividade antrópica estão provocando sérias alterações nos serviços e funções ecossistêmicas realizadas pelos organismos. Entender a dimensão e abrangência dessas alterações é imprescindível para entender o funcionamento dos ecossistemas. A utilização de atributos funcionais dos organismos (p. ex. características morfológicas e fisiológicas) tem se mostrado uma excelente métrica para respostas rápidas e consistentes dos organismos e ecossistemas para múltiplos distúrbios. Nesse contexto, nosso objetivo é entender as consequências das mudanças de cobertura e uso do solo sobre a diversidade funcional de formigas. Para atingir esse objetivo utilizamos um conjunto de dados referentes a formigas, coletado em um gradiente de distúrbios na região Amazônica. Testamos a hipótese de que existe perda de diversidade funcional das formigas ao longo do gradiente de distúrbio. Avaliamos a estrutura funcional das assembleias de formigas por meio dos seguintes parâmetros (riqueza funcional, divergência funcional, dispersão funcional, equidade funcional e entropia de Rao^Q). Além disso, verificamos diferenças na composição funcional das assembleias. Os resultados evidenciam perda de diversidade funcional das formigas. Comunidades de formigas presentes em ambientes com menor biomassa vegetal, apesar de apresentarem maior variação nos atributos, são menos diversas funcionalmente, possuem atributos mais semelhantes e que são dominantes, evidenciando redundância funcional dessas comunidades. Além disso, os distúrbios antrópicos provocaram mudanças na composição funcional das assembleias de formigas. Assim, as alterações humanas revelam uma desestruturação funcional das assembleias de formigas, afetando a resiliência e até mesmo a capacidade de resistir aos impactos nessas comunidades.

Palavras-chave: atributos funcionais, funcionamento do ecossistema, distúrbio, perda de biomassa, antropização.

Abstract:

Human activities are causing serious changes in ecosystem services and functions. Understanding the dimension and scope of these changes is essential to understand the functioning of ecosystems. Functional attributes have proven to be an excellent metric for rapid and consistent responses by organisms to these changes. In this context, our objective is to understand the consequences of changes in cover and land use on the functional diversity of ants. We used a set of data referring to ants, collected in a gradient of disturbances in the Amazon region, to test the hypothesis that there is loss of functional diversity of ants along the gradient of disturbance. We evaluated the following functional parameters (functional richness, functional divergence, functional dispersion, functional equity and RaoQ entropy), and verified differences in functional composition. The results show loss of functional diversity of the ants. Ant communities present in environments with lower plant biomass, despite having greater variation in attributes, are less functionally diverse, have more similar attributes and are dominant, showing functional redundancy in these communities. In addition, anthropic disturbances caused changes in the functional composition of ant assemblages. Thus, human changes reveal a functional disruption of ant assemblies, affecting resilience and even the ability to resist impacts in these communities.

Keywords: functional attributes, ecosystem functioning, disturbance, loss of biomass, anthropization.

2.1 INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas estão afetando a estrutura funcional das comunidades biológicas, colocando em risco o provisionamento de serviços e os processos desempenhados pelos organismos (Peters et al., 2019). A abordagem taxonômica já não é suficiente para entender a real dimensão da perda de biodiversidade, por que além da perda de espécies e mudanças na composição das comunidades (Borges et al., 2019), as atividades humanas têm provocado perda de funções ecossistêmicas. Nesse sentido, a abordagem funcional pode ser utilizada para compreender as respostas funcionais das comunidades em um cenário de mudanças globais, refletindo com maior precisão o efeito da perda de espécies no funcionamento do ecossistema (Chapman et al., 2018; Leitão et al., 2018; Mouillot et al., 2013).

A perda e degradação de florestas têm provocado severas modificações nos habitats (Castro et al., 2016; Hoffmann et al., 2019; Smale et al., 2019), o que leva muito além de mudanças na estrutura taxonômica das comunidades. Ao nível de indivíduo, tais alterações têm provocado mudanças genéticas, fisiológicas, fenológicas e morfológicas (Sheffers et al., 2016), afetando a tolerância e aptidão dos organismos. As mudanças que ocorrem nas características dos organismos se deve a pressão que o ambiente exerce, funcionando como um filtro ecológico que seleciona indivíduos com características adequadas para determinadas condições (Keddy, 1992). Nesse contexto, as características das espécies podem fornecer respostas mais eficientes de como as alterações antrópicas estão provocando a simplificação funcional das comunidades.

Com o aumento das pressões sobre os ambientes naturais e a aceleração das mudanças globais, quantificar e prever as consequências que os impactos estão exercendo sobre a estrutura funcional das comunidades biológicas é imprescindível para que ações de manejo e conservação sejam tomadas com maior eficiência, minimizando seus efeitos sobre a biodiversidade. Dentre os organismos mais afetados por esses impactos, as espécies bioindicadoras, cuja diversidade ou outros atributos refletem o estado biótico e abiótico de um ambiente (Mcgeoch, 1998), são bastante úteis para monitorar os efeitos de distúrbios, provendo respostas rápidas às alterações no ambiente (Tiede et al., 2017). As formigas são organismos com alto potencial bioindicador (Andersen, 1997; Ribas et al. 2012), sendo usados largamente para o monitoramento de mudanças ecológicas como uso e cobertura do solo, mineração e fogo (Andersen, 2018; Paolucci et al., 2016; Solar et al., 2015).

As formigas desempenham diversas funções ecológicas como dispersão de sementes, controle da comunidade de artrópodes e proteção de plantas, ciclagem de nutrientes e auxiliam na decomposição (Del Toro et al., 2012). Além disso, suas características corporais estão associadas à aptidão no ambiente (Silva & Brandão, 2010; Gibb & Parr, 2013; Weiser & Kaspari, 2006), as quais podem ser indicativas do processo de sucessão de espécies, mudanças na estratégia de forrageamento e, potencialmente, evolução em resposta a mudanças na estrutura do habitat (Gibb & Parr, 2013) e pode permitir avaliar ações de manejo da terra e mudanças ecossistêmicas em longo prazo (Underwood & Fisher, 2006).

Considerando a eficácia das espécies de formigas na bioindicação e seu papel chave nos ecossistemas, a abordagem com base nas características funcionais destas pode permitir o entendimento dos efeitos de impactos antrópicos para o funcionamento dos ecossistemas. Nesse sentido, nós buscamos entender, por meio da variação nos atributos das espécies, como as alterações antrópicas se traduzem em mudanças na diversidade funcional de formigas ao longo de um gradiente de distúrbio na região Amazônica. Nossa hipótese é que existe perda de diversidade funcional das formigas ao longo do gradiente de distúrbio. Esperamos que as comunidades de formigas de áreas de pastagem e agricultura mecanizada apresentem menor variação nos atributos, menor ocupação do nicho, menor diferenciação do nicho, além de maior similaridade e dominância dos atributos. Além disso, esperamos encontrar diferenças na composição funcional das comunidades de formigas entre os diferentes ambientes.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Coleta dos dados

O estudo foi conduzido utilizando parte da base de dados da Rede Amazônia Sustentável para formigas e variáveis ambientais. Os espécimes foram coletados no estado do Pará, no município de Paragominas, (2° 59' 51" S; 47° 21' 13" O), no período entre 01/03/2011 e 01/07/2011. As áreas de amostragem compreendem um gradiente de desmatamento com variação de cobertura florestal de 6% a 100%, composto por ambientes de floresta primária não perturbadas e também por áreas de floresta primária e secundária que passaram por exploração madeireira e fogo. Além disso, algumas áreas foram transformadas em diferentes uso de terra como, pasto, agricultura mecanizada e reflorestamento. A região amostral compreendeu 18 unidades de paisagem (bacias

hidrográficas), em cada paisagem foram demarcados de 8 a 12 transectos, totalizando 192 transectos de 300m, equidistantes 1,5 km. Cada transecto era composto por seis armadilhas epigéicas distantes 50 m, iscadas com sardinha e mel (15 g de cada) e preenchidas com solução mortífera de água, sal (2%) e detergente (5%) (Solar et al., 2016).

2.2.2 Diversidade Funcional de formigas

Para calcular a diversidade funcional das comunidades de formigas utilizamos os seguintes índices funcionais: FRic (riqueza funcional), FDiv (divergência funcional), FEve (equidade funcional), FDis (dispersão funcional) e entropia de Rao^Q. Além disso, analisamos a composição funcional dessas comunidades. Segundo Villéger. (2008) a riqueza funcional representa a quantidade de espaço funcional do nicho que é ocupado pelas comunidades, refletindo quão diversas as comunidades podem ser. A divergência funcional se refere à distribuição dos atributos dentro do espaço funcional, já a equidade funcional quantifica a regularidade da distribuição das abundâncias dos atributos, parâmetro que reflete a dominância dos atributos nas comunidades. A dispersão funcional mede a distância média dos atributos no espaço funcional do nicho, refletindo a variação dos atributos ao longo do centroide (Laliberté & Legendre, 2010). A entropia de Rao^Q está ligada à dissimilaridade dos atributos, mostrando o quão semelhantes funcionalmente os atributos podem ser. Por fim, a composição funcional representa os conjuntos de atributos de cada comunidade,

Os índices de diversidade foram calculados por meio da mensuração de 13 caracteres morfológicos, mensurados por meio do protocolo desenvolvido por Parr et al. (2017) (figura 1). Utilizamos um máximo de 10 indivíduos por espécie, entretanto, algumas espécies de formigas foram representadas por somente um indivíduo. Tomamos as medidas dos atributos funcionais de 1.350 operárias de formigas pertencentes a 264 espécies (Tabela1). Ao todo foram feitas 17.550 mensurações.

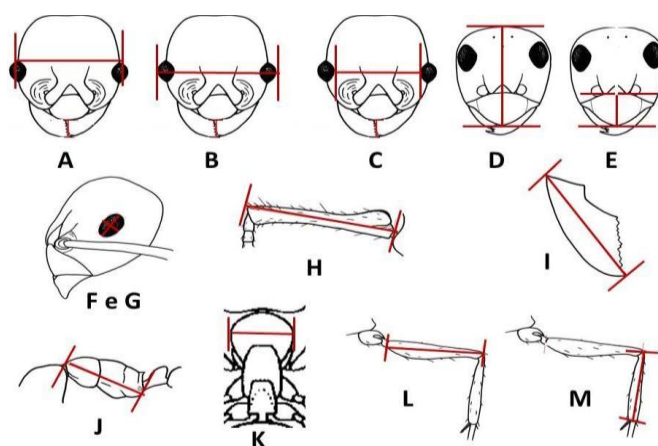


Figura 1: Características morfológicas mensuradas nos espécimes de formigas. (A) largura da cabeça acima dos olhos, (B) largura da cabeça com os olhos, (C) distância interocular, (D) comprimento da cabeça, (E) comprimento do clípeo, (F) largura do olho, (G) comprimento do olho, (H) comprimento do escapo, (I) comprimento da mandíbula, (J) comprimento do Weber, (K) largura do pronoto, (L) comprimento do fêmur e (M) comprimento da tíbia.

2.2.3 Análises estatísticas

Para calcular os índices de diversidade funcional utilizamos o pacote FD (Laliberté et al., 2014) e realizamos modelos mistos lineares generalizados (GLMMs) usando o pacote lme4 v1.1-8 do programa R (R, Core Team 2018). Padronizamos todas as características dividindo as medidas dos atributos pelo comprimento do Weber, para cada indivíduo, para reduzir a correlação com o tamanho do corpo. A partir da obtenção da matriz de distância espécie-espécie calculamos os índices de diversidade funcional.

Para os modelos mistos (GLMM, Bolker et al. 2009), utilizamos os índices de diversidade funcional como variáveis resposta, o log da biomassa acima do solo como variáveis preditoras e as bacias como efeito aleatório. Realizamos análises de resíduos para todos os modelos e verificamos a distribuição de erros e sobre-dispersão nos dados. Para verificar se havia variação na composição funcional das comunidades de formigas usamos a média ponderada das comunidades (dados CWM) e o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, por meio de escala multidimensional não métrica (NMDS). Usamos o PERMANOVA, calculando 999 permutações, para testar agrupamentos significativos de atributos com relação aos diferentes usos da terra.

2.3 RESULTADOS

Os diferentes tipos de distúrbios antrópicos afetaram a diversidade funcional das

comunidades de formigas. Apesar da grande perda de biomassa vegetal acima do solo causada por impactos intensos, não foi verificada convergência nos atributos das comunidades de formigas presentes nas áreas de pastagem e agricultura mecanizada, o que pode ser evidenciado pelos resultados da divergência funcional (FDiv= 0.1737) (Fig. 2). Além disso, as comunidades de formigas desses ambientes perturbados exibiram maior dispersão funcional (FDis= 8.828×10^{-7}) (Fig. 3). Porém, os demais parâmetros funcionais indicam efeitos negativos da antropização sobre a diversidade funcional de formigas.

A composição funcional das comunidades de formigas mostra uma separação acentuada dos atributos funcionais entre os ambientes com maior biomassa vegetal (florestas primárias e secundárias) e os ambientes formados pelas áreas que perderam a maior parte da biomassa (áreas de cultivo e pastagem) (Fig. 4). Além disso, a transformação em áreas de cultivo afetou a riqueza funcional das formigas, diminuindo a ocupação do espaço funcional do nicho (FRic= 0.000115) (Fig. 5).

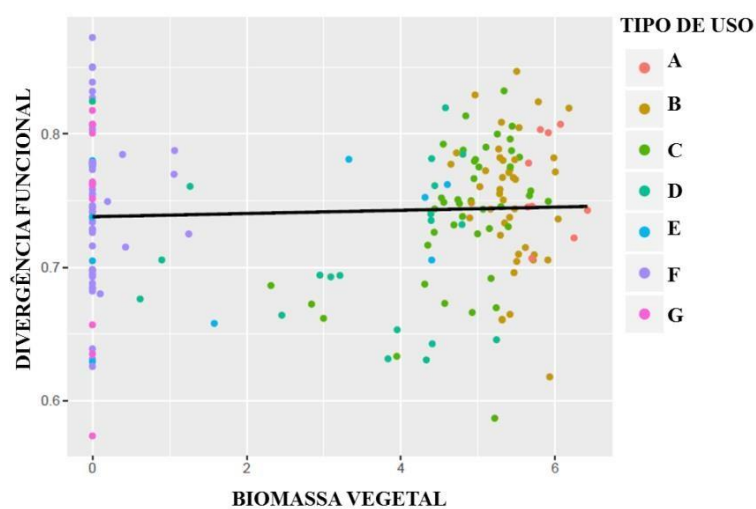


Figura 2: Divergência funcional das comunidades de formigas entre as áreas de amostragem. A- floresta primária sem distúrbio, B- floresta primária derrubada, C- floresta primária derrubada e queimada, D- floresta secundária, E- reflorestamento, F- pastagem e G- agricultura mecanizada.

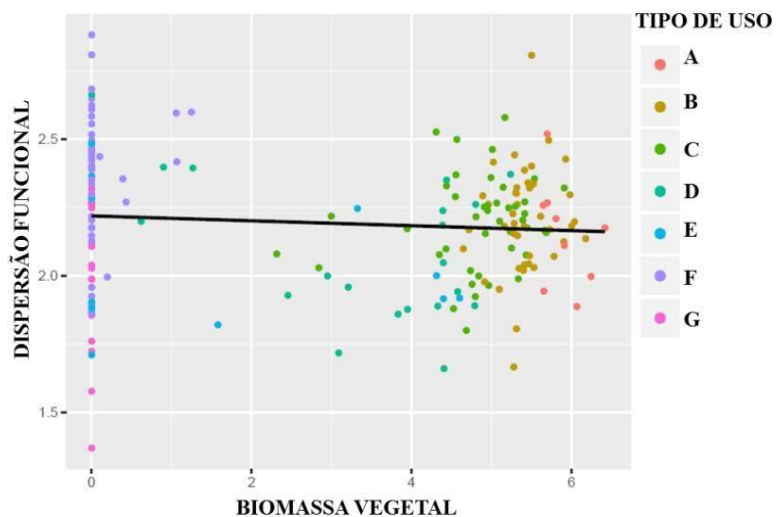


Figura 3: Dispersão funcional das comunidades de formigas entre as áreas de amostragem. . A- floresta primária sem distúrbio, B- floresta primária derrubada, C- floresta primária derrubada e queimada, D- floresta secundária, E- reflorestamento, F- pastagem e G- agricultura mecanizada.

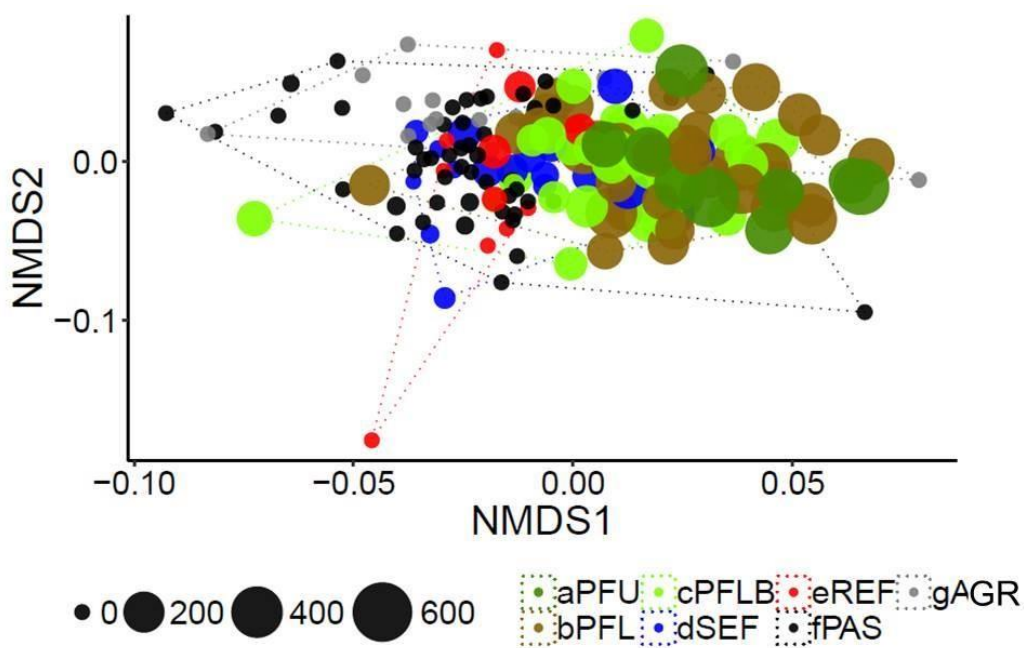


Figura 4: Composição funcional das comunidades de formigas entre os ambientes Amazônicos. a) PFU- floresta primária sem distúrbio, b) PFL- floresta primária derrubada, c) PFLB- floresta primária derrubada e queimada, d) SEF- floresta secundária, e) REF- reflorestamento, f) PAS- pastagem e g) AGR- agricultura mecanizada.

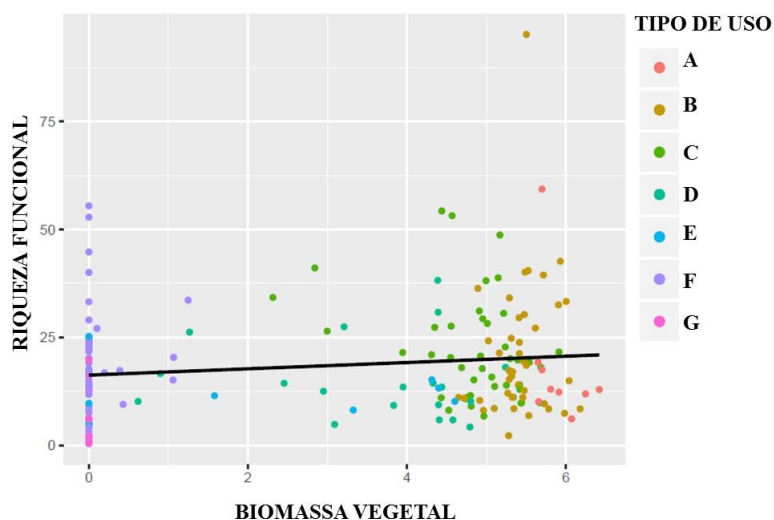


Figura 5: Riqueza funcional das comunidades de formigas entre as áreas de amostragem. . A- floresta primária sem distúrbio, B- floresta primária derrubada, C- floresta primária derrubada e queimada, D- floresta secundária, E- reflorestamento, F- pastagem e G- agricultura mecanizada.

Também mediada pelos efeitos negativos que os distúrbios antrópicos causam, a equidade funcional diminuiu com a perda de biomassa vegetal ($FE_{ve} = 0.002815$), indicando dominância de atributos nas áreas perturbadas (Fig. 6). Além disso, os resultados da entropia quadrática de Rao^Q evidenciam aumento da similaridade dos atributos de formigas em direção a essas áreas ($Rao^Q = 1.058^{e-06}$) (Fig. 7), indicando redundância funcional nessas comunidades.

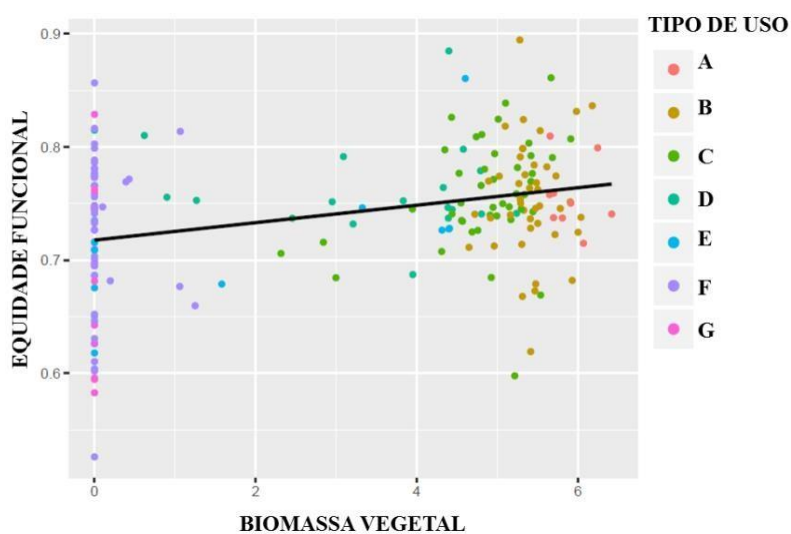


Figura 6: Equidade funcional das comunidades de formigas entre as áreas de amostragem. A- floresta primária sem distúrbio, B- floresta primária derrubada, C- floresta primária derrubada e queimada, D- floresta secundária, E- reflorestamento, F- pastagem e G- agricultura mecanizada.

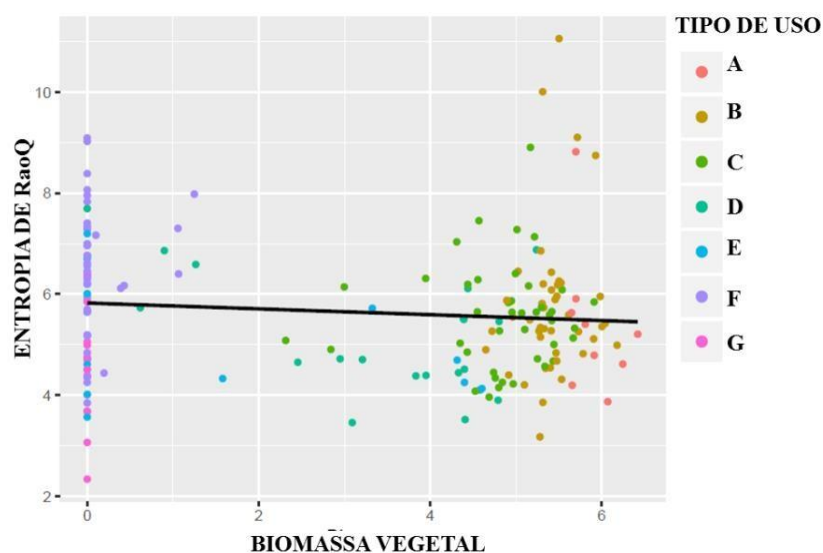


Figura 7: Entropia de Rao^Q das comunidades de formigas entre as áreas de amostragem. A- floresta primária sem distúrbio, B- floresta primária derrubada, C- floresta primária derrubada e queimada, D- floresta secundária, E- reflorestamento, F- pastagem e G- agricultura mecanizada.

2.4 DISCUSSÃO

Mudanças no uso da terra têm consequências negativas sobre a diversidade funcional e dos atributos da composição funcional das assembleias de formigas. As alterações humanas revelam uma desestruturação funcional das assembleias de formigas provocada por alterações na composição funcional. Estas comunidades parecem apresentar alta redundância funcional, uma vez que a perda de riqueza de espécies está refletindo diretamente na dominância e similaridade dos atributos funcionais. Isso mostra que a depauperação das comunidades pode estar levando a uma perda de resiliência dessas assembleias, evidenciada pelas diferenças nas métricas funcionais entre ambientes impactados e os ambientes florestais.

A redundância funcional exibida pelas comunidades de paisagens tropicais perturbadas é um problema preocupante, que esconde as reais consequências da antropização. Como a composição dos atributos funcionais é alterada, predominando características dominantes que são funcionalmente semelhantes, a presença de espécies similares pode estar mascarando os efeitos dos distúrbios. Como muitas espécies podem ser perdidas sem que a função seja eliminada, a estabilidade do funcionamento do ecossistema atinge um limiar de insegurança provocando o colapso da função (Downing et al., 2012). Assim, a diversidade funcional é vulnerável a perda de espécies, já que o seguro funcional pode ser mascarado por poucas espécies (Mouillot et al., 2014). Para que a estabilidade dos ecossistemas seja mantida em níveis satisfatórios, a biodiversidade deve agir como um seguro biológico por meio da complementaridade funcional de espécies (Loreau et al., 2003).

Assembleias de formigas presentes em áreas perturbadas se mostram altamente homogêneas do ponto de vista funcional, diante disso além das mudanças no uso do solo causar homogeneização biótica (Solar et al., 2015) elas também estão causando homogeneização funcional (Martello et al., 2018). Essas mudanças implicam alta restrição ambiental, que afetam a aptidão individual dos organismos, principalmente devido à força mais seletiva das condições ambientais, influenciando na persistência da população (Hoffmann et al., 2000). A menor riqueza funcional acompanhada da dominância e alta semelhanças entre atributos nas áreas com menor biomassa vegetal demonstra que a filtragem ambiental age fortemente sobre espécies especialistas, já que essas são mais sensíveis à perturbação (Keinath et al., 2017). As espécies especialistas possuem características que remetem a habilidades funcionais próprias, ocupando nichos específicos. Com a simplificação do ambiente causada pela ação humana, as condições ambientais são alteradas, reduzindo a tolerância das espécies, que tendem a perder espaço do nicho funcional, possibilitando a ocupação por espécies com estratégias mais generalistas (Ribeiro et al., 2019), que possuem características mais semelhantes. Nesse sentido, as espécies raras são mais sensíveis a essas mudanças e qualquer alteração nas condições ambientais pode eliminar essas espécies e junto com elas atributos que podem influenciar severamente a integridade de processos e serviços ecossistêmicos (Leitão et al., 2016). Isso é preocupante já que as alterações ambientais estão se tornando mais intensas e frequentes, sendo responsáveis pela erosão da biodiversidade (Borges et al., 2019). A complexidade da vegetação filtra atributos que oferecem vantagens ecológicas para determinados ambientes, influenciando na

composição funcional das comunidades (Guilherme et al., 2019). Assim, ambientes perturbados (menos complexos) apresentam um conjunto de atributos simplificados que dominam o ambiente, o que acaba por impedir que a comunidade de formigas tenha um alto grau de diferenciação do nicho (divergência funcional), refletindo em uma menor ocupação do espaço funcional disponível (riqueza funcional). Como as comunidades de formigas compartilham uma combinação de atributos muito similares, elas se tornam funcionalmente redundantes por meio da sobreposição de nicho (dispersão funcional).

A desestruturação funcional abre espaço para comunidades que possuem adaptações mais eficientes em suportar essas transformações no nicho (Ribeiro et al., 2019). Esse é o caso de comunidades com espécies generalistas, essas espécies se sobressaem em termos de sobrevivência e reprodução em habitats impactados (Marvier et al., 2004). Nesse estudo, temos as espécies do gênero *Solenopsis*, *Pheidole*, *Crematogaster* e *Wasmannia* que foram espécies dominantes em áreas com menor biomassa vegetal (Solar et al., 2016). Essas espécies são conhecidas por apresentarem super-colônias, colonizando áreas com altos níveis de impactos (Ribas et al., 2012). São espécies que apresentam o mesmo comportamento predatório, compartilhando características muito semelhantes para aquisição de alimento, estando adaptadas a diferentes tipos de ambientes.

Como muitas espécies são perdidas depois de eventos de distúrbios levando a homogeneização biótica (Solar et al., 2015; 2016), e junto com elas, podem ser perdidos atributos importantes, as características que permanecem possuem funcionalidades semelhantes, levando a perda de diversidade funcional (Bihn et al., 2010; Flynn et al., 2009; Leitão et al., 2016). Dessa forma, a redução ou eliminação de características funcionais pode afetar um processo ecossistêmico essencial para a renovação da floresta e que também está associado à fragmentação e decomposição da biomassa afetando a produtividade primária (Del-Toro, 2012). Além disso, a perda de espécies raras de formigas diminuem as funções prestadas por elas, já que o atributo deixa de estar presente em um determinado ambiente.

Pensando no cenário atual e nas previsões futuras em que as pressões de um mundo globalizado com uma população crescente podem levar ao colapso da biodiversidade (Sala et al., 2000; Barlow et al., 2018), os resultados observados aqui demonstram que a diversidade funcional está seguindo a mesma linha da perda de diversidade taxonômica. Os ecossistemas passarão por uma drástica redução na funcionalidade, tendo consequências em cascata para a estrutura global das

comunidades (Parr et al., 2012). Embora as consequências dessas mudanças variem entre regiões e escalas, os resultados finais indicam mudanças severas na estrutura e composição das comunidades biológicas (Hollmann et al., 2019). Estudos tem demonstrado que a conversão de florestas em diferentes usos da terra afetam negativamente a diversidade funcional e filogenética das comunidades biológicas (Chapman et al., 2018; Leitão et al., 2018; Newbold et al., 2015; Ribeiro et al., 2019), sendo este o principal regulador de mudanças na biodiversidade (Sala et al., 2000).

A manutenção da diversidade funcional nas áreas de floresta está ligada as características dos distúrbios ocorridos nessas áreas. Pelo histórico, as áreas amostradas nesse estudo apresentam grande interferência humana (Gardner et al., 2013), e os índices crescentes das taxas de desmatamento, as expansões de áreas de cultivo e a mais recente crise de queimadas que devastou a biodiversidade amazônica, gera preocupação com o futuro da biodiversidade e manutenção dos ecossistemas amazônicos.

Em síntese, esse trabalho mostra que os efeitos da antropização vão além da perda de espécies. As atividades humanas estão diminuindo as funções exercidas pelas comunidades biológicas, ou mesmo a capacidade de resistir aos impactos, por meio da redundância funcional. Nossos resultados confirmam que as mudanças ambientais estão se tornando filtros cada vez mais severos por meio de rupturas no provisionamento de serviços ecossistêmicos com efeitos em cascata para o funcionamento dos ecossistemas. Sugerimos que seja dada maior importância para a funcionalidade das comunidades biológicas no entendimento das interações com o ecossistema, a fim de facilitar a compreensão de como as comunidades biológicas estão se adaptando em relação às mudanças globais.

Capítulo 2: Combinação de traços funcionais e estratégias adaptativas para prever consequências de distúrbios sobre formigas

Resumo:

A intensificação das mudanças ambientais requer abordagens mais preditivas capazes de modelar com maior precisão as respostas das espécies a essas alterações. O estabelecimento de estratégias adaptativas (competidor, tolerante ao estresse e ruderal) baseadas em atributos funcionais tem se mostrado bastante eficiente para averiguar as respostas das espécies frente a distúrbios e estresse. Nesse sentido, nós buscamos plicar a teoria de classificação CSR para o grupo das formigas, com o intuito de aperfeiçoar a bioindicação do grupo. Para isso, seguimos o protocolo desenvolvido por Pierce. Mensuramos 13 atributos morfológicos, em 264 espécies de formigas coletadas em um gradiente de distúrbio na região amazônica. Procedemos com uma análise de componentes principais (PCA) para determinar os atributos que mais representam o espaço multivariado das espécies. A partir desses resultados, fizemos correlações entre os eixos da PCA e os atributos, para produzir regressões preditivas pelas quais as espécies podem ser comparadas com o espaço multivariado. Determinamos os valores máximos e mínimos das estratégias por meio dos eixos da PCA. Esses dados foram inseridos em uma planilha em que coordenadas ternárias das estratégias terciárias de CSR foram retornadas. O método permitiu a classificação das estratégias adaptativas das espécies de formigas dentro do triângulo CSR. As espécies de formigas foram classificadas como competidoras e ruderais, e isso se deve as características dos ambientes de amostragem, os quais estão submetidos a baixos níveis de estresse e altos níveis de distúrbios. Essa classificação abre diversos caminhos para o aperfeiçoamento de estudos ecológicos que envolvam formigas, estabelecendo padrões mais gerais da estrutura das comunidades e a dinâmica em respostas à perturbação ambiental. Além disso, pode prever e generalizar respostas em escalas mais amplas, facilitando comparações biogeográficas e melhorando a bioindicação. Assim, a compreensão dos mecanismos que moldam as comunidades por meio dessa abordagem, pode facilitar o entendimento dos efeitos ecológicos da perturbação antrópica facilitando tomada de decisões que envolvam esforços de manejo e recuperação de ambientes impactados.

Palavras-chave: teoria CSR, Grime, bioindicação, distúrbio, estresse, competição, triângulo adaptativo.

Abstract:

The intensification of environmental changes requires more predictive approaches capable of more accurately modeling species responses to these changes. The establishment of adaptive strategies (competitive, tolerant to stress and ruderal) based on functional attributes has been shown to be quite efficient to ascertain the responses of species to disturbances and stress. In this sense, we seek to apply the CSR classification theory to the group of ants, in order to improve the group's bioindication. For this we follow the protocol developed by Pierce. We measured 13 morphological attributes in 264 species of ants collected in a disturbance gradient in the Amazon region. We proceed with a principal component analysis (PCA) to determine the attributes that most represent the multivariate space of the species. From these results, we made correlations between the axes of the PCA and the attributes, to produce predictive regressions by which the species can be compared with the multivariate space. We determine the maximum and minimum values of the strategies through the axes of the PCA. These data were entered in a spreadsheet where ternary coordinates of the CSR tertiary strategies were returned. The method allowed the classification of adaptive strategies of ant species within the CSR triangle. Ant species were classified as competing and ruderal, and this is due to the characteristics of the sampling environments, which are subjected to low levels of stress and high levels of disturbances. This classification opens several paths for the improvement of ecological studies involving ants. Establishing more general patterns of community structure and dynamics in response to environmental disturbance. In addition, it can predict and generalize responses on broader scales, facilitating biogeographic comparisons and improving bioindication. Thus, understanding the mechanisms that shape communities through this approach, can facilitate the understanding of the ecological effects of anthropic disturbance, facilitating decision-making that involves efforts to manage and recover impacted environments.

Keywords: CSR theory, Grime, bioindication, disturbance, stress, competition, adaptive triangle.

2.5 INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas têm causado impactos cada vez mais severos, colocando em risco a resiliência da biodiversidade global. A simplificação das comunidades biológicas, seja taxonômica ou funcional, é uma das consequências mais perceptíveis dessas alterações (Sobrinho et al., 2004; Leitão et al., 2016; Martello et al., 2018; Solar et al., 2016). Como as fontes das mudanças ambientais estão mais intensas e frequentes, também se torna mais necessário entender a resposta da biodiversidade a este processo, levando assim à necessidade de estudos com abordagens mais preditivas. Ser capaz de modelar com precisão as respostas das espécies, estabelecendo uma ligação causal mais forte com os fatores ambientais pode facilitar o entendimento de como se estruturam as comunidades frente às mudanças globais, sendo possível mitigar os efeitos.

A separação das espécies em categorias a fim de verificar a estrutura das comunidades é uma abordagem que tem sido eficiente para identificar respostas generalizáveis entre comunidades biológicas (Grime et al., 1977; Hodgson et al., 1999; Pierce et al., 2013, 2017). Nesse sentido, a teoria de estratégias CSR (Grime, 1974; 1979) tem sido utilizada com sucesso até o momento para plantas, visando o entendimento das suas respostas às mudanças climáticas e às mudanças de uso da terra. A teoria é baseada no entendimento das estratégias adaptativas das plantas, dividindo-as em três grupos (competidoras, tolerantes ao estresse e ruderais) de acordo com a resiliência e resistência aos níveis de estresse e distúrbios a que estão submetidas (Grime, 1974; 1979). Esse sistema CSR tem possibilitado com sucesso o entendimento das adaptações das plantas em estudos de sucessão ecológica, dominância de espécies e avanços na teoria de seleção natural. Além disso, é um sistema que pode ser aplicado em outros grupos, já que animais podem exibir estratégias correspondentes (Grime, 1977).

Pelo sistema CSR, as estratégias adaptativas adotadas por uma determinada espécie pode ser representada dentro de um diagrama ternário, onde o extremo de cada estratégia ocupa cada vértice deste triângulo (Grime, 1974; 1977). De acordo com este autor, as espécies de plantas classificadas como competidoras são aquelas que ocorrem em ambientes com baixo estresse e baixo distúrbio, as espécies tolerantes ao estresse são aquelas submetidas a ambientes com alto estresse e baixo distúrbio e as ruderais as que estão presentes em ambientes com baixo estresse e alto distúrbio (Grime, 1977). Entre as estratégias principais estão inseridas estratégias secundárias que são

combinações de adaptações intermediárias que as espécies apresentam (Grime, 1977).

Mais recentemente, a base da teoria CSR foi aprimorada com o advento do uso de características funcionais das espécies (Pierce et al., 2013, 2017). Sendo características de resposta aquelas relacionadas com a aptidão dos organismos (McGill et al., 2006), variando em resposta a mudanças ambientais (Violle et al., 2007). E características de efeito, as que afetam algum processo ecológico, em nível de comunidade ou ecossistema (Díaz & Cabido, 2001; Violle et al., 2007). O uso dessas características tem um papel chave no entendimento da estrutura das comunidades, já que se trata de informações relacionadas ao potencial adaptativo das espécies (McGill et al., 2006; Violle et al., 2007). Permitindo o aperfeiçoamento de estudos ecológicos, como a explicação de variações em estratégias de vida de plantas, identificação de características que melhor preveem a herbivoria, a importância de espécies raras para o funcionamento dos ecossistemas e melhoria no entendimento de mudanças climáticas sobre a biodiversidade (Adler et al., 2014; Leitão et al., 2016; Loranger et al., 2012; McMahon et al., 2011).

Compreender as mudanças na estrutura das comunidades é um passo crucial para mitigar os efeitos das alterações ambientais. Temos usado com certa eficiência os organismos como forma de entender os diferentes caminhos que biodiversidade está seguindo. Esses organismos, chamados de bioindicadores, são aqueles que respondem de maneira previsível quando o ambiente passa por alguma pressão, sendo observadas mudanças em suas abundâncias, crescimento, reprodução e distribuição, indicando as condições do ambiente onde se encontram (Chapman et al., 2018; Del-Toro et al., 2015; Hoffmann et al., 2019). Entretanto, questões como o grupo de espécies escolhido, a metodologia empregada e principalmente as métricas usadas ainda limitam muito a aplicação em sistemas de monitoramento, principalmente pela baixa capacidade preditiva (Ribas et al. 2012).

A identificação das estratégias adaptativas com base em atributos morfológicos pode evitar diversos dos problemas enfrentados na aplicação de organismos como bioindicadores (p. ex. a identificação precisa das espécies, o uso de métricas pouco preditivas, o extrapolamento para escalas maiores). O uso de atributos pode fornecer maior precisão às respostas das espécies por integrar a biologia evolutiva das espécies, por meio de características que remetem à performance no ambiente (McGill et al., 2006; Violle et al., 2007). Sendo uma ferramenta empregada com grande facilidade em

diferentes comunidades biológicas, já que os atributos são independentes de escala biogeográfica. Além disso, pode fornecer previamente informações a respeito da estrutura das comunidades, já que a relação estratégias/ambiente ajuda a prever quais tipos de espécies ocorrem em determinado ambiente como resposta a mudanças nos ciclos biogeoquímicos, clima e principalmente ao uso da terra (Pierce et al., 2017). E ainda, por capturar variações adaptativas entre as espécies, aspecto esse, que os métodos atuais como a separação em grupos funcionais não são capazes de capturar.

Nesse trabalho, buscamos aplicar a teoria de classificação CSR para o grupo das formigas, visando entender as repostas desses organismos frente a impactos ambientais, a fim de melhorar o potencial de uso deste grupo como bioindicador. As formigas são um grupo bioindicador modelo (Andersen et al., 2002), pois respondem a pressões do ambiente como fogo (Paolucci et al., 2016), perda de biomassa vegetal (Solar et al., 2016), mineração (Hoffmann et al., 2000), contaminação por arsênio (Ribas et al., 2011). Além disso, estão envolvidas em diversos processos fundamentais ao funcionamento do ecossistema e aos serviços ambientais (Del-Toro et al., 2012). Considerando a relevância desse grupo em sistemas de monitoramento e a necessidade de um sistema mais preditivo para a bioindicação do grupo, neste trabalho propomos a utilização do sistema de classificação baseado em estratégias CSR utilizando atributos funcionais de formigas, testando a hipótese de que a aplicação deste método, aliada ao uso de atributos funcionais, pode agregar sobremaneira à capacidade preditiva dos estudos que envolvam bioindicação

2.6 MATERIAIS E MÉTODO

2.6.1 Coleta dos dados

Os espécimes utilizados nesse estudo fazem parte dos dados referentes a formigas coletados para o programa Rede Amazônia Sustentável. A amostragem foi realizada no estado do Pará, no município de Paragominas, (2° 59' 51" S; 47° 21' 13" O), no período de (01/03/2011 a 01/07/2011). As armadilhas foram distribuídas em um total de 192 transectos de 300m, compreendidos em 18 microbacias como unidades de paisagem (Solar et al., 2016). Em cada transecto havia seis armadilhas de queda epigéicas, iscadas com sardinha e mel (15 g de cada) e preenchidas com solução mortífera (água, detergente neutro 5% e sal 5%).

As áreas de amostragem compreendem ambientes amazônicos que variam entre

ambientes preservados, de florestas primárias e secundárias, e ambientes que passaram por distúrbios, como pastagem e agricultura mecanizada (Gardner et al., 2013).

2.6.2 Mensuração dos atributos

A mensuração dos atributos seguiu o protocolo proposto por Parr et al. (2017). Nesse protocolo estão definidas as principais características morfológicas de resposta, que estão correlacionados com a aptidão das espécies de formigas no ambiente (Tabela 1). Com base nessas características, mensuramos 13 atributos morfológicos (Fig.1), utilizando um máximo de 10 indivíduos operários por espécie, entretanto, algumas espécies foram representadas por somente um indivíduo. No total foram utilizadas 264 espécies de formigas, 1.350 indivíduos, tendo sido feitas 17.550 mensurações (Tabela 2).

Tabela 1: Principais características morfológicas de formigas e suas relações com o ambiente:

Atributo	Resposta/função ambiental do atributo
Cabeça	Indicativo de dieta, de tamanho corporal e força mandibular
Distância inter-ocular	Indicativo da estrutura do habitat e do método de caça
Mandíbula	Relacionada ao tipo de dieta (predação)
Clípeo	Relacionado ao habito alimentar
Escapo	Habilidade sensorial
Weber	Indicativo do tamanho do corpo
Pronoto	Indicativo do tamanho do espaço para passagem
Fêmur	Indicativo da velocidade de forrageamento
Tíbia	Indicativo da velocidade de forrageamento
Olho	Indicativo do período de atividade e procura por alimento

Adaptado de Parr et al., 2017

2.6.3 Adaptação da classificação CSR

Para adaptar o protocolo CSR para o grupo das formigas seguimos os passos desenvolvidos por Pierce et al. (2013). Assim, os valores médios das mensurações dos atributos foram usados para produzir uma análise de componentes principais (PCA). A partir dos resultados da PCA, procedemos correlações de *Spearman* entre os valores das características e os eixos 1 e 2 da PCA, a fim de verificar a qual eixo as características estavam mais correlacionadas. Com base no resultado das correlações, foram feitas regressões lineares entre as características principais e o eixo com o qual cada uma mais se relacionou. Aqui, o eixo da PCA foi usado como variável resposta para obter equações usadas na ordenação triangular das espécies.

Usando as equações das regressões foram produzidas funções capazes de representar as coordenadas da PCA derivadas das características das formigas, permitindo atribuir três dimensões às espécies alvo. Ainda usando os valores da PCA, foram determinados os valores máximos e mínimos das estratégias CSR. Os valores máximos das estratégias foram estabelecidos utilizando o maior valor positivo do eixo da PCA e os valores mínimos usando o menor valor negativo do eixo. Esses valores foram inseridos em uma função juntamente com uma constante, e aqui, mantivemos as constantes determinadas por Pierce et al. (2013), as quais permitem o máximo preenchimento do triângulo. Para produzir coordenadas ternárias (ou seja, três coordenadas para um gráfico triangular), uma função foi adicionada à planilha que somava as três dimensões e então dividia por 100, permitindo a determinação das contribuições proporcionais das características para cada espécie (Tabela 2).

Para que o triângulo fosse totalmente ocupado, todos os valores foram multiplicados por uma constante de redimensionamento que permitiu que os valores máximos e mínimos ocupassem 100% do eixo ternário. Por fim, para que as estratégias fossem representadas dentro do triângulo fizemos uma plotagem ternária usando o pacote “Ternary” do programa R (R core Team, 2018), o qual permitiu a visualização das estratégias CSR das espécies de formigas.

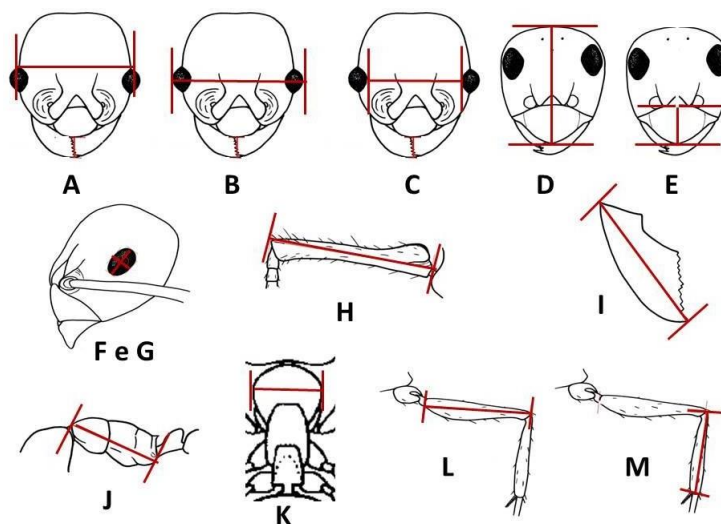


Figura 1: Atributos morfológicos mensurados nos espécimes de formigas. (A) largura da cabeça acima dos olhos, (B) largura da cabeça com os olhos, (C) distância interocular, (D) comprimento da cabeça, (E) comprimento do clipeo, (F) largura do olho, (G) comprimento do olho, (H) comprimento do escapo, (I) comprimento da mandíbula, (J) comprimento do Weber, (K) largura do pronoto, (L) comprimento do fêmur e (M) comprimento da tíbia.

2.7 RESULTADOS

A análise multivariada revelou que os dois primeiros eixos da PCA representam 89,37% da variabilidade dos dados. O eixo 1 da PCA foi determinado positivamente para 12 dos 13 atributos morfológicos e o segundo eixo foi determinado positivamente somente pelo tamanho da mandíbula (Fig. 2). Os atributos foram correlacionados positivamente com o eixo 1 da PCA (coeficiente de correlação de *Spearman*; Tabela 3). Assim, as espécies foram ordenadas dentro das estratégias por meio da largura da cabeça acima dos olhos, distância interocular e largura do pronoto. As relações entre os atributos e o eixo da PCA foram altamente significativas e as equações são mostradas na Figura 3.

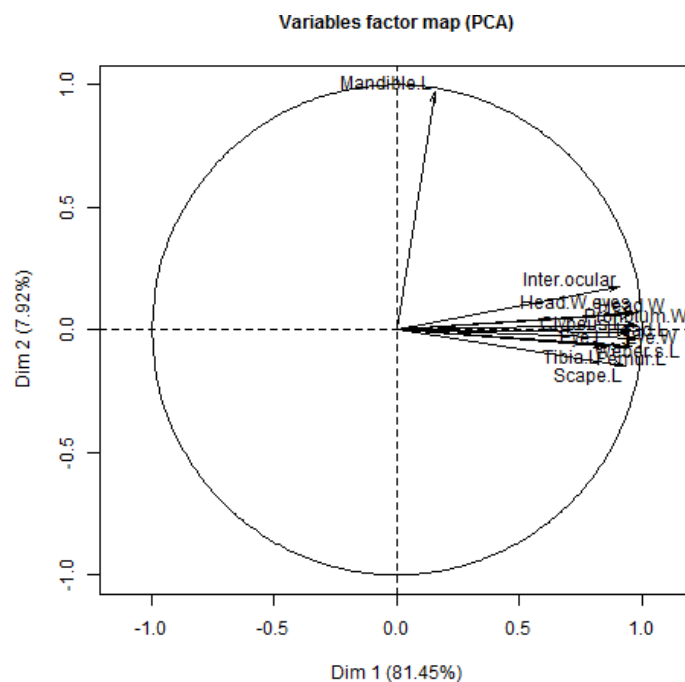


Figura 2: Análise de componentes principais (PCA) mostrando os dois principais eixos de variabilidade nos 13 atributos morfológicos de 264 espécies de formigas. Os dois eixos representam 89,37% da variabilidade nos dados.

Tabela 3: Coeficientes de Correlação entre os valores dos atributos funcionais e os eixos principais da PCA.

Atributos	PCA1	PCA2
Distância interocular	0.9187	-0.2704
Largura da cabeça acima dos olhos	0.9701	-0.4169
Largura do pronoto	0.9793	-0.4905

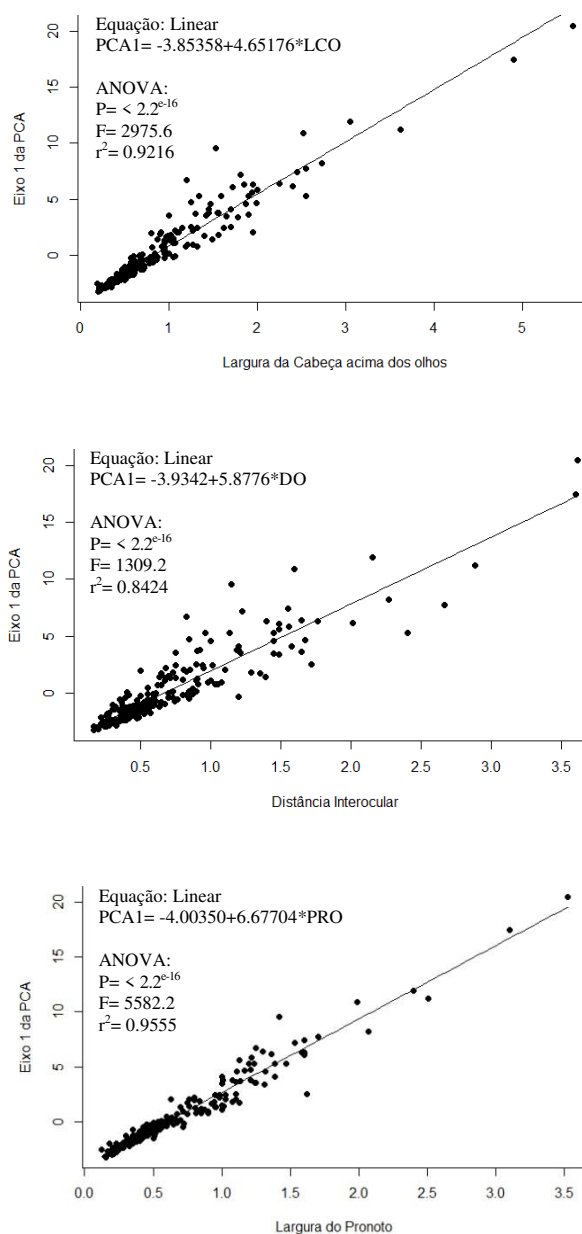


Figura 3: Regressões lineares entre atributos morfológicos e o eixo1 da PCA: (a) largura da cabeça acima dos olhos contra PCA1, (b) distância interocular contra PCA1 e (c) largura do pronoto contra PCA 1.

A ordenação das espécies de formigas demonstrou uma prevalência entre as estratégias C (competidora) e R (ruderal) (Fig. 4). Das 264 espécies, 48 ficaram distribuídas no vértice C (C=20, C/CS=14 e C/CR=14) e 216 no vértice R (R=183 e R/RC=33) (Tabela 4). O vértice C do triângulo foi determinado por espécies pertencentes a gêneros que toleram ambientes abertos como *Camponotus*, *Ectatomma* e *Odontomachus*. No vértice R do triângulo ficaram distribuídas as espécies que se

adaptam facilmente a ambientes que passaram por distúrbios, entre elas se destacam as espécies dos gêneros *Pheidole*, *Solenopsis* e *Crematogaster*. Nesse vértice do triângulo também estão distribuídas espécies reconhecidas como invasoras, sendo elas *Monomorium floricola* (Jerdon, 1851), *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Linepithema neotropicum* (Wild, 2007), *Wasmannia aurupunctata* (Roger, 1863) e *Tapinoma melanocephala* (Fabricius, 1793).

As demais espécies distribuíram-se entre as estratégias secundárias, e aqui cabe destacar as espécies cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* além de *Cephalotes* como representantes C/CS. Como representantes da variante C/CR destacam-se as espécies *Cephalotes pusillus* (Klug, 1824), *Eciton burchelli* (Westwood, 1842), *Pseudomyrmex pgm01* e *Odontomachus meinerti* (Forel, 1905). Por fim, como representantes da estratégia R/RC estão espécies dos gêneros *Dolichoderus*, *Gnamptogenys*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex*. Cabe salientar que muitas espécies pertencentes a mesmos gêneros foram classificadas em estratégias diferentes.

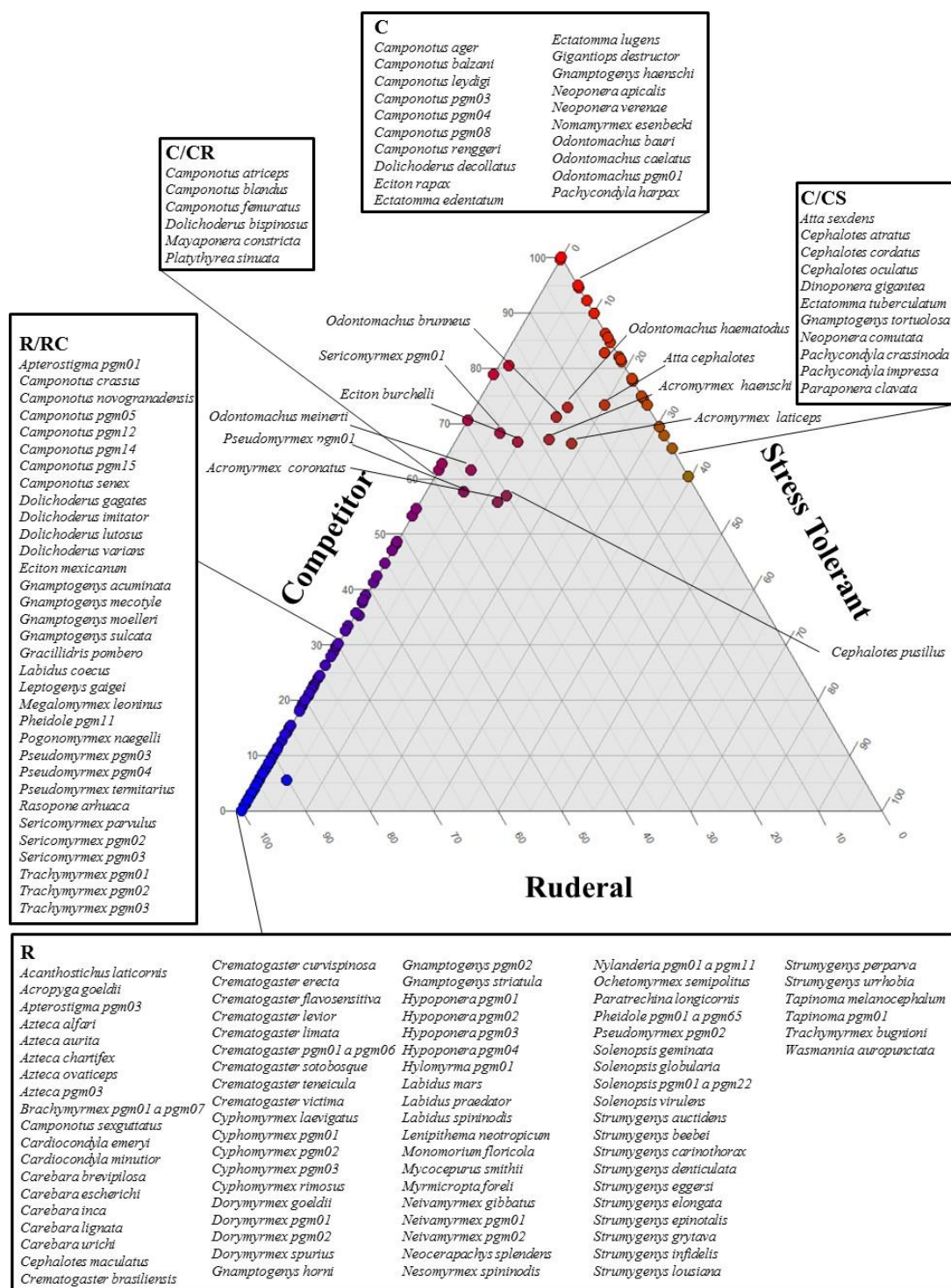


Figura 4: Ordenação triangular das estratégias CSR de formigas, resultando na classificação das 264 espécies coletadas em ambientes com altos níveis de impactos na região Amazônica.

2.8 DISCUSSÃO

A adaptação das estratégias CSR para formigas apresentada aqui, representa a primeira exploração do potencial que essa classificação pode alcançar. Essa nova abordagem pode prever a distribuição das estratégias adaptativas, a dinâmica e a estrutura das comunidades de formigas, melhorando assim o entendimento dos efeitos ecológicos da perturbação antrópica. Além disso, a obtenção de respostas preditivas a perturbações ambientais supre as deficiências atuais da bioindicação desses organismos, facilitando tomada de decisões que envolvam esforços de manejo e recuperação de ambientes impactados.

Por integrar características que ocorrem em qualquer espécie de formiga, esse método supre as tentativas de agrupamentos funcionais elaborados pra diversas regiões (Andersen, 1995, Andersen, 1997; Leal et al., 2012). Apesar de serem usados largamente, esses modelos são validos para pequenas escalas, já que as comunidades de formigas variam amplamente quando a sua distribuição e ecologia, dificultando a aplicação desses grupos funcionais em diferentes localidades. Em contraponto, o método proposto aqui pode ser aplicado em qualquer comunidade, primeiro por não levar em conta a taxonomia das espécies e em segundo por usar atributos que ocorrem em qualquer espécie ao longo do globo. Toda essa amplitude que o método oferece, facilitam comparações entre as comunidades de formigas em escalas maiores, estabelecendo padrões mais gerais em respostas as alterações ambientais. Tais comparações em escalas biogeográficas maiores podem ampliar o conhecimento de aspectos ecológicos das comunidades e dos processos do ecossistema em respostas às mudanças globais (Chave, 2013). E assim generalizar as respostas melhorando o entendimento de como se estruturam as comunidades frente a essas mudanças.

Além disso, essa classificação permite distinguir variações adaptativas entre espécies do mesmo gênero, como por exemplo, entre as espécies do gênero *Camponotus*. A separação em grupos funcionais não captura essas peculiaridades por que na maioria das vezes leva em conta a dominância das espécies (Andersen, 1995) ou aspectos ecológicos como alimentação, nidificação e agressividade (Leal et al., 2012), aspectos esses que variam entre as comunidades não sendo possível a aplicação em larga escala.

Essa classificação combina características que possuem efeito sobre alguma função ecológica com estratégias adaptativa desenvolvida pra planta, ao contrario de grupos funcionais os quais são limitados a determinadas regiões devido a ampla variação que as comunidades de formigas exibem entre ambientes, mesmo que próximos. A aplicação de grupos funcionais em diferentes ambientes é limitada pela ocorrência das espécies.

Apesar de ser um sistema baseado em estratégia de plantas, formigas são semelhantes a plantas (Andersen 1995) e, além disso, as mudanças ocorridas na vegetação são refletidas sobre os animais gerando respostas semelhantes, dessa forma esse sistema fornece uma estrutura solida para analisar também as respostas das comunidades animais.

A adaptação da classificação das estratégias CSR para formigas combinou atributos que remetem a funções ecossistêmicas fundamentais desempenhadas por este grupo. A largura da cabeça é um atributo indicativo do tamanho do espaço por onde os indivíduos são capazes de passar e se deslocar no ambiente, e também do volume de músculos ligados à mandíbula (Shofield et al., 2016; Richter et al., 2019). A distância interocular é indicativa da estrutura do habitat e do método de caça, estando relacionada a heterogeneidade do ambiente e ao desempenho na visualização de presas (Fowler et al., 1991; Gib et al., 2014). Por fim, a largura do pronoto é indicativa do volume de músculos que suportam a cabeça, sendo um indicativo da capacidade de carga, estando ligado ao uso de recursos e também ao tamanho do corpo (Kaspari & Weiser, 1999; Keller et al., 2014).

O uso da classificação das espécies de formigas baseada nas estratégias CSR permite a utilização dessa abordagem em estudos nos mais diversos campos da ecologia, como por exemplo, fazer comparações das comunidades e suas estruturas em larga escala, como na escala biogeográfica ou prever como se dará a dinâmica perante o estresse e distúrbios ambientais (Grime et al., 1979).

O modelo de estratégias adaptativas proposto, fornece uma base para a avaliação da estrutura das comunidades de formigas frente a alterações ambientais. Podendo servir como um sistema de classificação global das comunidades de formigas e ainda servir de incentivo para o estabelecimento de sistemas similares para outros organismos. Além disso, esse sistema melhora e facilita a aplicação de organismos bioindicadores em sistemas de monitoramento, por que é capaz de modelar as respostas das espécies com

maior compreensão preditiva, sendo eficaz em ações que envolvam medidas mitigadoras para a conservação da biodiversidade.

3 REFERÊNCIAS

- Adler, P. B.; Salguero-gómez, R.; Compagnoni, A.; Hsu, J. S.; Ray-Mukherjee, J. et al. 2014. “Functional Traits Explain Variation in Plant Life History Strategies.” *Pnas* 111(2): 740–45.
- Andersen, A. 1997. “Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia.” *Journal of Biogeography* 24(4): 433–460.
- Andersen, A. N. 2018. “Responses of ant communities to disturbance: five principles for understanding the disturbance dynamics of a globally dominant faunal group.” *Journal of Animal Ecology* 88: 350–362.
- Andersen, A. N.; Hoffmann, B. D.; Muller, W. J. & Griffiths, A. D. 2002. “Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses.” *Journal of Applied Ecology* 39(1): 8–17.
- Barlow, J.; França, F.; Gardner, T. A; Hicks, C. C.; Lennox, G. D. et al. 2018. “The Future of Hyperdiverse Tropical Ecosystems.” *Nature* 559: 517–26.
- Barlow, J.; Lennox, G. D.; Ferreira, J.; Berenguer, E.; Lees, A. C. 2016. “Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation.” *Nature* 535(7610): 144–147.
- Bihn, J. H.; Gebauer, G. & Brandl, R. 2010. “Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests.” *Ecology* 91(3): 782–792.
- Bolker, B. M.; Brooks, M. E.; Clark, C. J.; Geange, S. W.; Poulsen, J. R. et al. 2009. “Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution.” *Trends Ecol. Evol.*, 24, 127–135.
- Borges, P. A. V.; Gabriel, R. & Fattorini, S. 2019. “Biodiversity Erosion: Causes and Consequences.” *Life on Land* 1–10.
- Burger, J. 2006. “Bioindicators: Types, Development, and Use in Ecological Assessment and Research.” *Environmental Bioindicators* 1(1): 22–39.
- Briese, D. T. & Macauley, B. J. 1981. “Food collection within an ant community in semi-arid Australia, with special reference to seed harvesters.” *Austral Ecology* 6(1): 1– 19.

- Cadotte, M. W.; Carscadden, K. & Mirotchnick, N. 2011. "Beyond Species : Functional Diversity and the Maintenance of Ecological Processes and Services." *Journal of Applied Ecology* 48: 1079–87.
- Carreño-Rocabado, G.; Peña-Claros, M.; Bongers, B.; Alarcón, A.; Licona, J-C & Poorter, P. 2012. "Effects of Disturbance Intensity on Species and Functional Diversity in a Tropical Forest." *Journal of Ecology* 100: 1453–63.
- Castro, D. M. P.; Carvalho, D. R.; Pompeu, P. S.; Moreira, M. Z.; Nardoto, G. B. & Callisto, M. 2016. "Land Use Influences Niche Size and the Assimilation of Resources by Benthic Macroinvertebrates in Tropical Headwater Streams." *Plos One* 11(3): 1–19.
- Chapman, P. M.; Tobias, J. A.; Edwards, D. P. & Davies, R. G. 2018. "Contrasting Impacts of Land- Use Change on Phylogenetic and Functional Diversity of Tropical Forest Birds." *Journal of Applied Ecology* 55: 1604–14.
- Chave, J. 2013. "The Problem of Pattern and Scale in Ecology: What Have We Learned in 20 Years ?" *Ecology Letters* 16: 4–16.
- Dib, V.; Pires, A. P. F.; Nova, C. C.; Bozelli, R. L. & Farjalla, V. F. 2019. "Biodiversity-mediated effects on ecosystem functioning depend on the type and intensity of environmental disturbances." *Oikos*.
- Della Lucia, T. M. C.; Gandra, L. C. & Guedes, R. N. C. 2013." Managing leaf-cutting ants: Peculiarities, trends and challenges." *Pest Management Science* 70(1): 14–23.
- Del Toro, I.; Ribbons, R. R. & Peline, S. L. 2012. "The Little Things That Run the World Revisited: A Review of Ant-Mediated Ecosystem Services and Disservices (Hymenoptera: Formicidae)." *Myrmecological News* 17: 133–46.
- Del Toro, I.; Silva, R. R. & Ellison, A. M. 2015. "Predicted Impacts of Climatic Change on Ant Functional Diversity and Distributions in Eastern North American Forests." *Diversity and Distributions* 21: 781–91.
- Downing, A. S.; Nes, E. H.; Mooij, W. M. & Scheffer, M. 2012. "The Resilience and Resistance of an Ecosystem to a Collapse of Diversity." *Plos One* 7(9): e46135.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. "Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach." *Ecological Indicators* 67(3): 345–66.
- Feener, D. H.; Lighton, J. R. B. & Bartholomew, G. A. 1988. "Curvilinear Allometry,

- Energetics and Foraging Ecology: A Comparison of Leaf-Cutting Ants and Army Ants.” *Functional Ecology* 2(4): 509–520.
- Foley, J. A.; Defries, R.; Asner, G. P.; Barford, C.; Bonan, G. 2005. “Global consequences of land use.” *Science* 309: 570–574.
- Fowler, H. G. 1993. “Relative representation of Pheidole (Hymenoptera: Formicidae) in local ground ant assemblages of the Americas.” *Anales de Biología* 19: 29–37.
- Fowler, H. G.; Forti, L. C.; Brandão, C. R. F.; Delabie, J. H. C. & Vasconcelos, H. L. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-223. 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, 359p.
- Flynn, D. F. B.; Gogol-Prokurat, M.; Nogeire, T.; Molinari, N.; Richers, B. T. 2009. “Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa.” *Ecology Letters* 12(1): 22–33.
- Gardner, T. A.; Ferreira, J.; Barlow, J.; Lees, A. C.; Parry, P. et al. 2013. “A Social and Ecological Assessment of Tropical Land Uses at Multiple Scales: The Sustainable Amazon Network.” *Philosophical Transactions of the Royal Society* 368: 1–12.
- Gardner, T. A.; Barlow, J. & Peres, C. A. 2007. “Paradox, Presumption and Pitfalls in Conservation Biology: The Importance of Habitat Change for Amphibians and Reptiles.” *Biological Conservation* 138: 166–79.
- Gibb, H. & Parr, C. L. 2010. “How Does Habitat Complexity Affect Ant Foraging Success? A Test Using Functional Measures on Three Continents.” *Oecologia* 164: 1061–73.
- Gibb, H. & Parr, C. L. 2013. “Does Structural Complexity Determine the Morphology of Assemblages? An Experimental Test on Three Continents.” *Plos One* 8(5): 1–7.
- Gibb, H.; Stoklosa, J.; Warton, D. I.; Brown, A. M.; Andrew, N. R. & Cunningham, S. A. 2014. “Does morphology predict trophic position and habitat use of ant species and assemblages?” *Oecologia* 177(2): 519–531.
- Gonçalves, A. Z.; Srivastava, D. S.; Oliveira, P. S. & Romero, G. Q. 2017. “Effects of predatory ants within and across ecosystems in bromeliad food webs.” *Journal of Animal Ecology* 86(4): 790–799.
- Graham, J. H.; Krzysik, A. J.; Kovacic, D. A.; Duda, J. J.; Freeman, D. C. 2009. “Species

- richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes.” *Ecological Indicators* 9(5): 866–877.
- Grime, J. P. 1974. “Vegetation Classification by Reference to Strategies.” *Nature* 250: 26–31.
- Grime, J. P. 1977. “Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory.” *The American Naturalist* 111(982): 1169–1194.
- Grime, J. P.; Thompson, K.; Hunt, R.; Hodgson, J. G.; Cornelissen, J. H. C. et al. 1997. “Integrated Screening Validates Primary Axes of Specialisation in Plants.” *Oikos* 79(2): 259–281.
- Guilherme, D. R.; Souza, J. L. P.; Franklin, E.; Pequeno, P. A. C. L.; Chagas, A. C. & Baccaro, F. B. 2019. “Can environmental complexity predict functional trait composition of ground-dwelling ant assemblages? A test across the Amazon Basin.” *Acta Oecologica* 99: 103434.
- Hodgson, J. G.; Wilson, P. J.; Hunt, R.; Grime, J. P. & Thompson, K. 1999. “Allocating C-S-R Plant Functional Types: A Soft Approach to a Hard Problem.” *Oikos* 85(2): 282–294.
- Hoffmann, B. D.; Griffiths, A. D. & Andersen, A. N. 2000. “Responses of ant communities to dry sulfur deposition from mining emissions in semi-arid tropical Australia, with implications for the use of functional groups.” *Austral Ecology* 25(6): 653–663.
- Hoffmann, A. A.; Rymer, P. D.; Byrne, M.; Ruthrof, K. X.; Whinam, J. et al. 2019. “Impacts of Recent Climate Change on Terrestrial Flora and Fauna: Some Emerging Australian Examples.” *Austral Ecology* 44: 3–27.
- Holldobler, B. & Wilson, E. O. 1990. “The Ants” Springer, Berlin, 732 pp.
- Kaspari, M. & Weiser, M. D. 1999. “The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants.” *Functional Ecology* 13(4): 530–538.
- Kattge, J.; Díaz, S.; Lavorel, S.; Prentice, I. C.; Leadley, P. et al. 2011. “TRY – a Global Database of Plant Traits.” *Global Change Biology* 17: 2905–35.
- Keddy, P. A. 1992. “Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology.” *Journal of Vegetation Science* 3(2): 157–164.
- Keinath, D. A.; Doak, D. F.; Hodges, K. E.; Prugh, L. R.; Fagan, W. 2016. “A global

- analysis of traits predicting species sensitivity to habitat fragmentation.” *Global Ecology and Biogeography* 26(1): 115–127.
- Keller, R. A.; Peeters, C. & Beldade, P. 2014. “Evolution of thorax architecture in ant castes highlights trade-off between flight and ground behaviors.” *Ecology, Genomics and evolutionary biology* 3: 1–19.
- Laliberté, E. & Legendre, P. 2010. “A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits.” *Ecology* 91(1): 299–305.
- Lavorel, S.; McIntyre, S.; Landsberg, J. & Forbes, T. D. A. 1997. “Plant Functional Classifications: From General Groups to Specific Groups Based on Response to Disturbance.” *Tree* 12: 474–478.
- Leitão, R. P.; Zuanon, J.; Villéger, S.; Williams, S. E.; Baraloto, C. et al. 2016. “Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283(1828): 1–9.
- Leitão, R. P.; Zuanon, J.; Mouillot, D.; Leal, C. G.; Hughes, R. M. et al. 2018. “Disentangling the Pathways of Land Use Impacts on the Functional Structure of Fish Assemblages in Amazon Streams.”
- Lennox, G. D.; Gardner, T. A.; Thomson, J. R.; Joice Ferreira, J.; Berenguer, E. et al. 2018. “Second rate or a second chance? Assessing biomass and biodiversity recovery in regenerating Amazonian forests.” *Global Change Biology* 24: 5680–5694.
- Loranger, J.; Meyer, S. T.; Shipley, B.; Kattge, J.; Loranger, H. et al. 2012. “Predicting Invertebrate Herbivory from Plant Traits: Evidence from 51 Grassland Species in Experimental Monocultures.” *Ecology* 93(12): 2674–82.
- Loreau, M.; Mouquet, N. & Gonzalez, A. 2003. “Biodiversity as spatial insurance in heterogeneous landscapes.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(22): 12765–12770.
- Martello, F.; de Bello, F.; Morini, M. S. de C.; Silva, R. R.; Souza-Campana, D. R. 2018. “Homogenization and impoverishment of taxonomic and functional diversity of ants in Eucalyptus plantations.” *Scientific Reports* 8(1): 1–11.
- Marvier, M.; Peter Kareiva, P. & Neubert, M. G. 2004. “Habitat Destruction, Fragmentation, and Disturbance Promote Invasion by Habitat Generalists in a Multispecies

- Metapopulation.” *Risk Analysis* 24(4): 869–878.
- McGeoch, M. A. 1998. “The Selection, Testing and Application of Terrestrial Insects as Bioindicators.” *Biological Review* 73: 181–201.
- McGill, B. J.; Enquist, B. J.; Weiher, E. & Westoby, M. 2006. “Rebuilding Community Ecology from Functional Traits.” *Trends in Ecology and Evolution* 21(4): 170–85.
- McGlynn, T. P. 1999. “The worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions.” *Journal of Biogeography* 26(3): 535–548.
- McMahon, S. M.; Harrison, S. P.; Armbruster, W. S.; Bartlein, P. J.; Beale, C. M. et al. 2011. “Improving Assessment and Modelling of Climate Change Impacts on Global Terrestrial Biodiversity.” *Trends in Ecology & Evolution* 26(5): 249–59.
- Mouillot, D.; Graham, N. A. J.; Villéger, S.; Mason, N. W. H. & Bellwood, D. R. 2013. “A Functional Approach Reveals Community Responses to Disturbances.” *Trends in Ecology and Evolution* 30(10): 1–11.
- Mouillot, D.; Villedger, S.; Parravicini, V.; Kulbicki, M.; Arias-Gonzalez, J. E. 2014. “Functional over-redundancy and high functional vulnerability in global fish faunas on tropical reefs.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(38): 13757–13762.
- Newbold, T.; Hudson, L. N.; Hill, S. L. L.; Contu, S.; Lysenko, I. et al. 2015. “Global Effects of Land Use on Local Terrestrial Biodiversity.” *Nature* 520: 45–69.
- Niemi, G. J. & McDonald, M. E. 2004. “Application of Ecological Indicators* .” *Annuals Reviews Ecology Evolution and Systematics* 35: 89–111.
- Paolucci, L. N.; Maia, M. L. B.; Solar, R. R. C.; Campos, R. I.; Schoederer, J. H. et al. 2016. “Fire in the Amazon : Impact of Experimental Fuel Addition on Responses of Ants and Their Interactions with Myrmecochorous Seeds.” *Oecologia* 182(2): 335– 46.
- Parr, C. L.; Gray, E. F. & Bond, W. J. 2012. “Cascading biodiversity and functional consequences of a global change–induced biome switch.” *Diversity and Distributions* 18: 493–503.
- Parr, C. L.; Dunn, R. R.; Sanders, N. J.; Weiser, M. D.; Photakis, M. et al. 2016. “GlobalAnts: a new database on the geography of ant traits (Hymenoptera: Formicidae).” *Insect Conservation and Diversity* 10(1): 5–20.

- Peters, M. K.; Hemp, A.; Appelhans, T.; Becker, J. N.; Behler, C. et al. 2019. "Climate–land-use interactions shape tropical mountain biodiversity and ecosystem functions." *Nature* 568(7750): 1–5.
- Pierce, S.; Brusa, G.; Vagge, I. & Cerabolini, B. E. L. 2013. "Allocating CSR Plant Functional Types : The Use of Leaf Economics and Size Traits to Classify Woody and Herbaceous Vascular Plants." *Functional Ecology* 27(1999): 1002–10.
- Pierce, S.; Negreiros, D.; Cerabolini, B. E. L.; Kattge, J.; Díaz, S. et al. 2017. "A Global Method for Calculating Plant CSR Ecological Strategies Applied across Biomes World-Wide." *Functional Ecology* 31(2): 444–57.
- R, Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R 563 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Ribas, C. R.; Campos, R. B. F.; Schmidt, F. A. & Solar, R. R. C. 2012. "Ants as Indicators in Brazil: A Review with Suggestions to Improve the Use of Ants in Environmental Monitoring Programs." *Psyche* 2012: 1–23.
- Ribas, C. R.; Solar, R. R. C.; Campos, R. B. F.; Schmidt, F. A.; Valentim, C. L. & Schoereder, J. H. 2011. "Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic?" *Journal of Insect Conservation* 16(3): 413–421.
- Ribeiro, E. M. S.; Lohbeck, M.; Santos, B. A.; Arroyo- Rodríguez, V.; Tabarelli, M. & Leal, I. R. 2019. "Functional diversity and composition of Caatinga woody flora are negatively impacted by chronic anthropogenic disturbance." *Journal of Ecology* 107: 2291–2302.
- Richter, A.; Keller, R. A.; Rosumek, F. B.; Economo, E. P.; Hita Garcia, F. & Beutel, R. G. 2019. "The cephalic anatomy of workers of the ant species *Wasmannia affinis* (Formicidae, Hymenoptera, Insecta) and its evolutionary implications." *Arthropod Structure & Development* 49: 26–49.
- Sala, O. E. 2000. "Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100." *Science* 287(5459): 1770–1774.
- Siddig, A. A. H.; Ellison, A. M.; Ochs, A.; Villar-leeman, C.; Lau, M. K. 2016. "How Do

- Ecologists Select and Use Indicator Species to Monitor Ecological Change? Insights from 14 Years of Publication in Ecological Indicators.” *Ecological Indicators* 60: 223–30.
- Silva, R. R. & Brandão, C. R. F. 2010. “Morphological Patterns and Community Organization in Leaf-Litter Ant Assemblages.” *Ecological Monographs* 80(1): 107–24.
- Sobrinho, T. G.; Schoereder, J. H.; Sperber, C. F. & Madureira, M. S. 2004. “Does Fragmentation Alter Species Composition in Ant Communities (Hymenoptera: Formicidae)?” *Sociobiology* 42(2): 1–14.
- Solar, R. R. C.; Barlow, J.; Ferreira, J.; Berenguer, E.; Lees, A. C. et al. 2015. “How Pervasive Is Biotic Homogenization in Human-Modified Tropical Forest Landscapes?” *Ecology Letters* 18: 1108–1118.
- Solar, R. R. C.; Chaul, J. C. M.; Maués, M. & Schoereder, J. H. 2016. “A Quantitative Baseline of Ants and Orchid Bees in Human-Modified Amazonian Landscapes in Paragominas, Pará, Brazil.” *Sociobiology* 63(3): 925–940.
- Scheffers, B. R.; De Meester, L.; Bridge, T. C. L.; Hoffmann, A. A.; Pandolfi, J. M. et al. 2016. “The broad footprint of climate change from genes to biomes to people.” *Science* 354(6313): 719–731.
- Schofield, S. F.; Bishop, T. R. & Parr, C. L. 2016. “Morphological characteristics of ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) differ among contrasting biomes.” *Myrmecological News* 23: 129–137.
- Smale, D.A.; Wernberg, T.; Oliver, E.C.J.; Thomsen, M.; Harvey, B. P. et al. 2019. “Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services.” *Nature Climate Change* 9: 306–312.
- Steffen, W.; Richardson, K.; Rockström, J.; Cornell, S. E.; Fetzer, I. et al. 2015. “Planetary Boundaries : Guiding Changing Planet.” *Science* 347: 736–748.
- Tiede, Y.; Schlautmann, J.; Donoso, D. A.; Wallis, C. I. B.; Bendix, J. 2017. “Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes.” *Ecological Indicators* 83: 527–537.
- Underwood, E. C. & Brian, L. F. 2006. “The Role of Ants in Conservation Monitoring: If, When , and How.” *Biological Conservation* 132: 166–182.

- Villéger, S.; Mason, N. W. H. & Mouillot, D. 2008. New Multidimensional Functional Diversity Indices For A Multifaceted Framework In Functional Ecology.” *Ecology* 89(8): 2290–2301.
- Violle, C.; Navas, M.-L.; Vile, D.; Kazakou, E.; Fortunel, C. et al. 2007. “Let the concept of trait be functional!” *Oikos* 116(5): 882–892.
- Weiser, M. D. & Kaspari, M. 2006. “Ecological Morphospace of New World Ants.” *Ecological Entomology* 31: 131–42.
- White, P. S. & Jentsch, A. 2001. “The Search for Generality in Studies of Disturbance and Ecosystem Dynamics.” *Progress in Botany* 62: 399–450.
- Yamamoto, M. & Del-Claro, K. 2008. “Natural history and foraging behavior of the carpenter ant *Camponotus sericeiventris* Guérin, 1838 (*Formicinae*, *Campotonini*) in the Brazilian tropical savanna.” *Acta Ethologica* 11(2): 55–65.

ANEXOS

Tabela 2: Média dos atributos morfológicos mensurados em 264 espécies de formigas provenientes da região Amazônica. LCAO- largura da cabeça acima dos olhos, LC+O- largura da cabeça com os olhos, CE- comprimento do escapo, CC-comprimento da cabeça, CCL- comprimento do clípeo, CM- comprimento da mandíbula, DO- distância interocular, CO- comprimento do olho, LO- largura do olho, CF- comprimento do fêmur, CT- comprimento da tíbia, LW- largura do weber e LP- largura do pronoto.

Espécies	LCAO	LC+O	CE	CC	CCL	CM	DO	CO	LO	CF	CT	LW	LP
<i>Acanthostichus laticornis</i>	0,600	0,600	0,260	0,680	0,240	0,400	0,520	0,040	0,026	0,420	0,360	1,080	0,400
<i>Acromyrmex coronatus</i>	1,65	1,8	1,95	1,5	0,4	1,15	1,45	0,3	0,25	2,85	2,35	2,45	1
<i>Acromyrmex laticeps</i>	1,9	1,95	1,85	1,65	0,45	1,15	1,65	0,25	0,2	2,65	2,15	2,45	1,1
<i>Acropyga goeldii</i>	0,467	0,467	0,333	0,356	0,044	0,278	0,411	0,000	0,000	0,344	0,344	0,500	0,289
<i>Apterostigma pgm01</i>	0,9	1,125	1,77	1,33	0,275	0,69	0,825	0,25	0,2	2,8	2,185	2,43	0,84
<i>Apterostigma pgm03</i>	0,65	0,75	0,8	0,85	0,2	0,4	0,6	0,125	0,1	1,2	0,8	1,35	0,55
<i>Atta cephalotes</i>	1,993	2,043	2,307	1,879	0,436	1,257	1,671	0,321	0,271	3,507	3,057	2,436	1,164
<i>Atta sexdens</i>	2,4	2,41	2,51	2,205	0,615	1,43	2,015	0,33	0,285	4,015	3,47	2,88	1,36
<i>Azteca alfari</i>	0,700	0,700	0,625	0,750	0,200	0,375	0,500	0,150	0,100	0,700	0,550	0,800	0,500
<i>Azteca aurita</i>	0,000	0,000	0,750	0,850	0,250	0,400	0,000	0,160	0,150	0,950	0,900	0,950	0,550
<i>Azteca chartifex</i>	0,817	0,817	0,733	0,783	0,250	0,383	0,575	0,175	0,138	0,983	0,783	0,933	0,517
<i>Azteca ovaticeps</i>	0,725	0,725	0,500	0,775	0,200	0,350	0,500	0,150	0,100	0,725	0,675	0,925	0,500
<i>Azteca pgm03</i>	0,800	0,800	0,550	0,900	0,250	0,350	0,550	0,150	0,125	0,000	0,000	1,100	0,500

<i>Brachymyrmex pgm01</i>	0,329	0,338	0,3540,442	0,138	0,183	0,2580,108	0,079	0,346	0,333	0,419	0,256
<i>Brachymyrmex pgm02</i>	0,349	0,352	0,2700,394	0,114	0,191	0,2740,097	0,069	0,324	0,320	0,381	0,241
<i>Brachymyrmex pgm03</i>	0,475	0,500	0,5750,513	0,138	0,288	0,3630,113	0,088	0,563	0,288	0,625	0,338
<i>Brachymyrmex pgm04</i>	0,364	0,375	0,4170,431	0,119	0,191	0,2890,094	0,072	0,404	0,389	0,436	0,263
<i>Brachymyrmex pgm05</i>	0,000	0,000	0,4000,575	0,000	0,175	0,0000,075	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Brachymyrmex pgm06</i>	0,000	0,000	0,2880,363	0,100	0,138	0,0000,088	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Brachymyrmex pgm07</i>	0,000	0,000	0,4380,563	0,150	0,200	0,0000,138	0,088	0,450	0,438	0,000	0,300
<i>Camponotus ager</i>	1,2	1,45	4,3752,525	0,675	1,000	0,8250,550	0,450	4,350	4,600	4,475	1,250
<i>Camponotus atriceps</i>	1,300	1,445	2,1801,680	0,525	0,755	0,9050,495	0,400	2,430	2,470	2,539	1,135
<i>Camponotus balzani</i>	1	1,2	2,5001,800	0,500	0,650	0,7500,450	0,350	2,450	2,600	2,850	1,250
<i>Camponotus blandus</i>	1,095	1,200	1,4851,315	0,390	0,567	0,8100,390	0,300	1,772	1,820	1,970	1,025
<i>Camponotus crassus</i>	1,050	1,150	1,3501,200	0,350	0,500	0,7000,350	0,300	1,400	1,500	1,600	1,000
<i>Camponotus femuratus</i>	1,275	1,350	1,6501,400	0,483	0,633	0,9500,350	0,283	0	1,875	1,800	0,983
<i>Camponotus leydigi</i>	1,45	1,5	1,9751,838	0,538	0,750	0,9250,488	0,375	2,275	2,250	2,838	1,213
<i>Camponotus novogranadensis</i>	1,021	1,790	1,4931,243	0,407	0,507	0,7320,329	0,250	1,533	1,521	1,725	0,942
<i>Camponotus pgm03</i>	1,345	1,545	3,0052,090	0,675	0,880	0,9650,540	0,410	3,320	3,470	3,320	1,235
<i>Camponotus pgm04</i>	1,475	1,590	2,4351,905	0,595	0,820	1,0000,520	0,410	2,694	2,822	2,828	1,315
<i>Camponotus pgm05</i>	0,95	1,05	1,3831,200	0,400	0,550	0,6750,292	0,217	1,367	1,350	1,650	0,817
<i>Camponotus pgm08</i>	1,250	1,385	2,7852,025	0,600	0,890	0,8450,520	0,415	3,128	3,056	3,222	1,210

<i>Camponotus pgm12</i>	0,950	1,000	1,250	1,000	0,300	0,500	0,650	0,300	0,225	1,400	1,450	1,450	0,750
<i>Camponotus pgm14</i>	0,975	1,038	1,775	1,225	0,450	0,600	0,650	0,300	0,250	1,750	1,725	1,900	0,925
<i>Camponotus pgm15</i>	0,950	1,075	1,400	1,150	0,400	0,550	0,750	0,300	0,250	1,450	1,400	1,800	0,950
<i>Camponotus renggeri</i>	1,588	1,719	2,713	2,106	0,663	0,931	1,138	0,538	0,406	2,975	3,125	3,131	1,386
<i>Camponotus senex</i>	1,015	1,135	1,330	1,115	0,355	0,480	0,715	0,355	0,290	1,375	1,495	1,505	0,955
<i>Camponotus sexguttatus</i>	0,814	0,921	1,183	1,121	0,336	0,421	0,621	0,314	0,257	1,250	1,250	1,671	0,671
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	0,325	0,350	0,275	0,413	0,100	0,175	0,275	0,100	0,075	0,275	0,225	0,425	0,200
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0,344	0,367	0,300	0,453	0,119	0,200	0,289	0,100	0,075	0,300	0,250	0,481	0,236
<i>Carebara brevipilosa</i>	0,331	0,332	0,217	0,335	0,076	0,202	0,318	0	0	0,254	0,202	0,390	0,205
<i>Carebara escherichi</i>	0,224	0,219	0,132	0,285	0,076	0,111	0,198	0,033	0,023	0,132	0,119	0,276	0,148
<i>Carebara inca</i>	0,244	0,244	0,167	0,278	0,044	0,122	0,222	0,000	0,000	0,156	0,133	0,289	0,167
<i>Carebara lignata</i>	0,189	0,189	0,122	0,232	0,033	0,119	0	0,000	0,000	0,119	0,111	0,237	0,122
<i>Carebara urichi</i>	0,347	0,347	0,235	0,349	0,094	0,207	0,330	0,022	0,011	0,258	0,217	0,403	0,210
<i>Cephalotes atratus</i>	2,55	2,983	1,283	2,183	0,767	983,000	2,667	0,550	0,400	2,800	2,825	3,367	1,700
<i>Cephalotes cordatus</i>	1,700	1,900	0,640	1,280	0,300	0,360	1,720	0,420	0,300	0,000	0,740	0,000	1,620
<i>Cephalotes maculatus</i>	0,800	0,950	0,360	0,800	0,000	0,120	0,850	0,250	0,200	0,400	0,350	0,840	0,720
<i>Cephalotes oculatus</i>	2,55	2,917	1,075	1,867	0,517	0,667	2,400	0,450	0,400	1,983	1,783	2,483	1,467
<i>Cephalotes pusillus</i>	1,488	1,638	0,575	1,138	0,275	0,388	1,388	0,338	0,263	0,913	0,750	1,275	1,013
<i>Crematogaster brasiliensis</i>	0,575	0,658	0,61	0,605	0,185	0,31	0,528	0,145	0,102	0,725	0,57	0,73	0,363
<i>Crematogaster</i>	0,55	0,6	0,5	0,55	0,15	0,25	0,45	0,125	0,1	0,45	0,45	0,6	0,3

<i>curvispinosa</i>													
<i>Crematogaster erecta</i>	0,608	0,664	0,456	0,6	0,178	0,3	0,561	0,133	0,089	0,556	0,463	0,639	0,367
<i>Crematogaster</i>	0,446	0,557	0,471	0,5	0,164	0,286	0,414	0,143	0,104	0,529	0,414	0,536	0,3
<i>flavosensitiva</i>													
<i>Crematogaster levior</i>	0,55	0,6	0,5	0,55	0,15	0,25	0,5	0,125	0,1	0,6	0,475	0,625	0,35
<i>Crematogaster limata</i>	0,645	0,738	0,685	0,69	0,203	0,33	0,58	0,158	0,116	0,822	0,644	0,785	0,403
<i>Crematogaster pgm01</i>	0,7	0,85	0,9	0,75	0,25	0,4	0,6	0,2	0,15	0	0	0,9	0,45
<i>Crematogaster pgm02</i>	0,7	0,9	0,95	0,8	0,2	0,45	0,7	0,2	0,15	1,25	0	1,05	0,45
<i>Crematogaster pgm03</i>	0,655	0,788	0,655	0,69	0,203	0,37	0,585	0,208	0,153	0,715	0,64	0,79	0,45
<i>Crematogaster pgm04</i>	0,65	0,75	0,8	0,65	0,15	0,4	0,6	0,15	0,125	1,1	0,8	0,9	0,4
<i>Crematogaster pgm05</i>	0,595	0,713	0,5	0,628	0,188	0,4	0,555	0,175	0,13	0,58	0,49	0,685	0,418
<i>Crematogaster pgm06</i>	0,543	0,645	0,43	0,57	0,19	0,31	0,518	0,168	0,128	0,5	0,428	0,625	0,383
<i>Crematogaster sotobosque</i>	0,45	0,544	0,5	0,513	0,156	0,263	0,413	0,138	0,1	0,55	0,45	0,588	0,319
<i>Crematogaster teneicula</i>	0,593	0,683	0,655	0,645	0,245	0,335	0,548	0,138	0,1	0,77	0,59	0,73	0,373
<i>Crematogaster victima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0,4	0,6	0,35
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>	0,688	0,688	0,7	0,85	0,2	0,325	0,525	0,188	0,138	0,825	0,75	1,075	0,513
<i>Cyphomyrmex pgm01</i>	0,525	0,55	0,375	0,575	0,175	0,3	0,425	0,125	0,125	0,5	0,375	0,725	0,4
<i>Cyphomyrmex pgm02</i>	0,525	0,533	0,45	0,533	0,183	0,267	0,408	0,1	0,083	0,533	0,433	0,7	0,342
<i>Cyphomyrmex pgm03</i>	0,675	0,7	0,625	0,75	0,2	0,35	0,475	0,163	0,138	0,775	0,6	0,95	0,513
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	0,598	0,64	0,595	0,675	0,195	0,315	0,465	0,148	0,113	0,715	0,565	0,895	0,45

<i>Dinoponera gigantea</i>	5,57	5,55	5,88	5,51	1,36	4,58	3,61	1,28	0,98	7,93	6,96	8,43	3,52
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	1,620	1,580	1,410	1,420	0,510	0,730	0,940	0,310	0,260	1,838	1,570	1,880	0,980
<i>Dolichoderus decollatus</i>	2,450	2,450	3,000	2,700	0,800	1,350	1,550	0,500	0,400	3,750	3,500	4,300	1,600
<i>Dolichoderus gagates</i>	0,950	0,900	0,750	0,800	0,300	0,450	0,600	0,250	0,150	0,950	0,850	1,050	0,650
<i>Dolichoderus imitator</i>	0,800	0,950	1,950	1,250	0,500	0,700	0,500	0,400	0,300	2,150	1,700	2,350	0,800
<i>Dolichoderus lutosus</i>	0,950	0,950	1,000	1,050	0,350	0,500	0,550	0,250	0,200	1,050	1,900	1,350	0,600
<i>Dolichoderus varians</i>	1,150	1,200	1,600	1,350	0,700	0,750	0,750	0,350	0,300	1,850	1,700	2,000	0,950
<i>Dorymyrmex goeldii</i>	0,661	0,678	0,967	0,822	0,2	0,411	0,356	0,236	0,164	1,25	1,122	1,239	0,472
<i>Dorymyrmex pgm01</i>	0,796	0,809	0,99	0,94	0,2	0,455	0,42	0,248	0,186	1,315	1,2	1,27	0,547
<i>Dorymyrmex pgm02</i>	0,55	0,55	0,683	0,65	0,133	0,283	0,3	0,175	0,125	0,833	0,733	0,783	0,358
<i>Dorymyrmex spurius</i>	0,748	0,764	0,955	0,895	0,192	0,445	0,393	0,231	0,173	1,255	1,14	1,215	0,514
<i>Eciton burchelli</i>	1,550	1,600	1,975	1,925	0,500	1,325	1,200	0,170	0,245	3,350	2,900	2,875	1,075
<i>Eciton mexicanum</i>	1,050	1,100	1,100	1,250	0,350	0,750	0,800	0,300	0,300	0,000	0,000	1,850	0,850
<i>Eciton rapax</i>	1,950	2,000	2,650	2,350	0,800	1,500	1,400	0,250	0,200	4,700	4,250	3,900	1,600
<i>Ectatomma edentatum</i>	1,42	1,63	1,83	1,86	0,37	1,25	1,215	0,37	0,305	2,56	2,1	2,97	1,24
<i>Ectatomma lugens</i>	1,725	2,155	2,295	2,36	0,405	1,59	1,485	0,6	0,495	3,375	2,885	4,225	1,6
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	1,855	2,345	2,38	2,42	0,52	1,79	1,76	0,545	0,445	3,29	2,865	3,79	1,58
<i>Gigantiops destructor</i>	1,530	2,455	2,628	2,410	0,995	1,295	1,145	1,710	0,990	4,610	4,480	3,633	1,420
<i>Gnamptogenys acuminata</i>	0,925	1,125	0,892	1,067	0,233	0,650	0,908	0,325	0,233	1,217	0,967	1,683	0,850
<i>Gnamptogenys haenschi</i>	1,400	1,438	1,100	1,450	0,450	1,100	1,350	0,120	0,100	1,350	1,075	2,125	1,125

<i>Gnamptogenys horni</i>	0,583	0,650	0,4330,650	0,150	0,350	0,508	0,150	0,103	0,483	0,400	0,867	0,500
<i>Gnamptogenys mecotyle</i>	1,050	1,200	1,1501,100	0,300	0,800	0,900	0,290	0,200	1,250	1,000	1,850	1,000
<i>Gnamptogenys moelleri</i>	1,035	1,147	1,3251,290	0,430	0,670	0,905	0,206	0,172	1,700	1,230	1,925	0,807
<i>Gnamptogenys pgm02</i>	0,833	0,925	0,9001,000	0,300	0,517	0,700	0,192	0,150	1,117	0,717	1,383	0,667
<i>Gnamptogenys striatula</i>	0,840	0,933	0,9901,025	0,310	0,550	0,733	0,188	0,145	1,220	0,830	1,475	0,664
<i>Gnamptogenys sulcata</i>	1,075	1,200	0,9251,100	0,275	0,750	1,000	0,350	0,250	1,250	1,075	1,750	0,875
<i>Gnamptogenys tortuolosa</i>	1,705	1,920	1,5901,760	0,470	1,145	1,575	0,450	0,350	2,065	1,790	2,810	1,385
<i>Gracillidris pombero</i>	0,705	0,715	1,0950,925	0,325	0,455	0,405	0,300	0,203	1,378	1,172	1,405	0,560
<i>Hylomyrma pgm01</i>	0,700	0,800	0,9500,750	0,250	0,500	0,650	0,200	0,100	0,650	0,500	0,950	0,500
<i>Hypoponera pgm01</i>	0,475	0,475	0,4330,588	0,125	0,283	0	0	0	0,467	0,408	0,783	0,383
<i>Hypoponera pgm02</i>	0,413	0,413	0,4000,550	0,113	0,275	0	0	0	0,400	0,350	0,675	0,325
<i>Hypoponera pgm03</i>	0,550	0,550	0,5500,700	0,175	0,400	0,000	0,000	0,000	0,625	0,550	0,975	0,450
<i>Hypoponera pgm04</i>	0,650	0,650	0,6500,725	0,175	0,400	0,000	0,000	0,000	0,725	0,600	1,050	0,500
<i>Labidus coecus</i>	0,910	0,910	0,6551,030	0,211	0,615	0,000	0,000	0,000	1,190	10,450	1,395	0,628
<i>Labidus mars</i>	0,580	0,580	0,2270,660	0,107	0,333	0	0	0	0,500	0,447	0,773	0,353
<i>Labidus praedator</i>	0,875	0,875	0,8750,983	0,250	0,692	0,800	0,050	0,050	1,475	1,375	1,450	0,583
<i>Labidus spininodis</i>	0,858	0,858	0,7170,992	0,208	0,658	0,733	0,050	0,050	1,380	1,220	1,417	0,600
<i>Lenipithema neotropicum</i>	0,533	0,508	0,5830,583	0,142	0,292	0,275	0,150	0,100	0,617	0,542	0,767	0,350
<i>Leptogenys gaigei</i>	0,875	0,938	1,5131,425	0,425	0,613	0,638	0,313	0,213	1,725	1,588	2,325	0,763
<i>Mayaponera constricta</i>	1,320	1,285	1,5951,570	0,430	1,085	1,015	0,300	0,220	2,015	1,655	2,600	1,030

<i>Megalomyrmex leoninus</i>	0,950	1,083	1,483	1,217	0,383	0,650	0,683	0,350	0,267	1,750	1,283	1,733	0,700
<i>Monomorium floricola</i>	0,319	0,319	0,288	0,419	0,125	0,163	0,281	0,063	0,038	0,288	0,250	0,438	0,200
<i>Mycocepurus smithii</i>	0,583	0,68	0,55	0,635	0,115	0,39	0,54	0,108	0,1	0,635	0,485	0,83	0,405
<i>Myrmicropta foreli</i>	0,5	0,5	0,5	0,6	0,1	0,3	0,45	0,075	0,05	0,65	0,4	0,7	0,35
<i>Neivamyrmex gibbatus</i>	0,580	0,600	0,800	1,850	0,120	0,400	1,200	0,080	0,060	1,080	1,080	1,160	0,480
<i>Neivamyrmex pgm01</i>	0,520	0,540	0,340	0,620	0,120	0,320	0,440	0,000	0,000	0,540	0,540	0,880	0,380
<i>Neivamyrmex pgm02</i>	0,707	0,667	0,573	0,833	0,147	0,433	0,567	0,040	0,030	0,887	0,880	1,213	0,507
<i>Neocerapachys splendens</i>	0,500	0,480	0,320	0,720	0,200	0,360	0,460	0,040	0,040	0,440	0,320	0,880	0,340
<i>Neoponera apicalis</i>	2,52	2,83	3,55	3,075	1,365	2,42	1,595	1,01	0,735	4,55	4,16	5,23	1,985
<i>Neoponera comutata</i>	3,050	3,250	3,550	3,600	1,450	2,800	2,150	0,900	0,700	4,400	3,750	5,550	2,400
<i>Neoponera verenae</i>	1,815	2,13	2,68	2,36	1,005	1,74	1,225	0,805	0,585	3,27	3,055	3,95	1,53
<i>Nesomyrmex spininodis</i>	0,600	0,640	0,460	0,660	0,180	0,280	0,520	0,160	0,120	0,420	0,380	0,780	0,420
<i>Nomamyrmex esenbecki</i>	1,950	1,500	0,900	1,500	0,400	0,950	1,100	0,100	0,100	1,900	1,550	2,400	1,100
<i>Nylanderia pgm01</i>	0,511	0,533	0,944	0,656	0,200	0,333	0,322	0,156	0,122	0,956	0,900	0,944	0,411
<i>Nylanderia pgm02</i>	0,404	0,409	0,578	0,500	0,137	0,244	0,264	0,121	0,091	0,549	0,518	0,621	0,307
<i>Nylanderia pgm03</i>	0,414	0,419	0,604	0,493	0,142	0,248	0,270	0,111	0,083	0,549	0,532	0,639	0,302
<i>Nylanderia pgm04</i>	0,435	0,448	0,633	0,521	0,139	0,272	0,264	0,142	0,110	0,618	0,594	0,667	0,319
<i>Nylanderia pgm05</i>	0,419	0,420	0,613	0,494	0,133	0,252	0,263	0,119	0,090	0,583	0,533	0,639	0,310
<i>Nylanderia pgm06</i>	0,530	0,541	0,748	0,626	0,181	0,319	0,300	0,163	0,130	0,748	0,726	0,800	0,372
<i>Nylanderia pgm07</i>	0,502	0,502	0,830	0,604	0,179	0,327	0,316	0,153	0,114	0,827	0,793	0,850	0,380

<i>Nylanderia pgm08</i>	0,406	0,407	0,590	0,500	0,136	0,256	0,261	0,125	0,095	0,567	0,535	0,639	0,313
<i>Nylanderia pgm09</i>	0,700	0,711	0,911	0,733	0,233	0,411	0,367	0,211	0,144	0,922	0,689	1,000	0,500
<i>Nylanderia pgm10</i>	0,500	0,511	0,733	0,589	0,178	0,333	0,350	0,133	0,100	0,706	0,717	0,800	0,394
<i>Nylanderia pgm11</i>	0,522	0,533	0,889	0,644	0,189	0,311	0,322	0,167	0,122	0,899	0,856	0,922	0,389
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	0,472	0,496	0,336	0,516	0,174	0,278	0,408	0,111	0,080	0,345	0,320	0,556	0,288
<i>Odontomachus bauri</i>	2,005	2,150	2,665	2,650	0,705	1,615	1,555	0,515	0,370	2,917	2,441	3,330	1,215
<i>Odontomachus brunneus</i>	1,870	1,950	2,145	2,365	0,670	1,380	1,450	0,445	0,305	2,320	1,910	2,756	1,111
<i>Odontomachus caelatus</i>	2,250	2,350	2,750	3,050	0,750	1,700	1,650	0,500	0,350	3,000	2,500	3,400	1,300
<i>Odontomachus</i> <i>haematodus</i>	1,938	2,075	2,625	2,625	0,688	1,588	1,488	0,513	0,363	2,838	2,350	3,225	1,125
<i>Odontomachus meinerti</i>	1,563	1,650	2,125	2,125	0,538	1,325	1,188	0,400	0,288	2,400	1,900	2,750	1,010
<i>Odontomachus pgm01</i>	1,900	2,050	2,500	2,750	0,650	1,600	1,450	0,450	0,300	2,650	2,250	3,250	1,200
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	3,625	3,535	3,3	3,7	0,765	2,57	2,88	0,71	0,585	3,965	3,46	5,595	2,505
<i>Pachycondyla harpax</i>	1,785	1,785	1,461	1,865	0,405	1,172	1,490	0,355	0,258	1,775	1,460	2,715	1,310
<i>Pachycondyla impressa</i>	2,733	2,750	2,450	2,900	1,017	2,000	2,267	0,533	0,450	2,833	2,250	4,383	2,067
<i>Paraponera clavata</i>	4,900	5,000	4,900	5,100	1,200	3,800	3,600	1,200	0,900	6,200	6,200	6,200	3,100
<i>Paratrechina longicornis</i>	0,500	0,500	1,075	0,650	0,200	0,300	0,300	0,200	0,150	1,050	0,975	0,925	0,400
<i>Pheidole pgm01</i>	0,610	0,688	0,908	0,698	0,190	0,433	0,533	0,164	0,125	1,043	0,835	1,028	0,448
<i>Pheidole pgm02</i>	0,585	0,650	0,598	0,605	0,168	0,415	0,523	0,135	0,098	0,673	0,515	0,805	0,390
<i>Pheidole pgm03</i>	0,625	0,688	0,925	0,713	0,213	0,425	0,538	0,175	0,125	1,050	0,800	1,013	0,425

<i>Pheidole pgm04</i>	0,330	0,348	0,2950,358	0,118	0,208	0,3000,075	0,053	0,308	0,233	0,405	0,222
<i>Pheidole pgm05</i>	0,400	0,433	0,4680,450	0,133	0,243	0,3650,095	0,065	0,493	0,365	0,558	0,278
<i>Pheidole pgm06</i>	0,488	0,538	0,6480,550	0,170	0,295	0,4280,125	0,095	0,661	0,489	0,694	0,328
<i>Pheidole pgm07</i>	0,378	0,413	0,3530,415	0,120	0,240	0,3480,080	0,055	0,350	0,355	0,429	0,245
<i>Pheidole pgm08</i>	0,585	0,668	0,8150,655	0,198	0,398	0,5000,160	0,125	0,850	0,670	0,886	0,413
<i>Pheidole pgm09</i>	0,575	0,700	1,3750,825	0,225	0,450	0,5000,200	0,150	1,550	1,250	1,250	0,450
<i>Pheidole pgm10</i>	0,475	0,575	0,8380,600	0,200	0,350	0,4000,188	0,138	0,913	0,700	0,838	0,350
<i>Pheidole pgm11</i>	0,945	1,045	1,1280,958	0,265	0,740	0,8700,173	0,120	1,540	1,290	1,495	0,638
<i>Pheidole pgm12</i>	0,803	0,910	0,8800,743	0,185	0,640	0,7650,148	0,105	0,963	0,750	1,153	0,561
<i>Pheidole pgm13</i>	0,480	0,608	0,6600,595	0,178	0,323	0,4700,140	0,115	0,693	0,519	0,763	0,370
<i>Pheidole pgm14</i>	0,779	0,838	0,7360,739	0,214	0,507	0,7430,150	0,086	1,029	0,771	1,014	0,521
<i>Pheidole pgm15</i>	0,500	0,575	0,9180,640	0,175	0,395	0,4250,153	0,115	1,010	0,783	0,897	0,381
<i>Pheidole pgm16</i>	0,435	0,490	0,6350,495	0,145	0,285	0,4000,100	0,075	0,665	0,465	0,628	0,281
<i>Pheidole pgm17</i>	0,500	0,554	0,7330,571	0,167	0,342	0,4040,142	0,104	0,788	0,625	0,792	0,354
<i>Pheidole pgm18</i>	0,575	0,600	0,5750,625	0,150	0,400	0,5750,033	0,033	0,600	0,475	0,750	0,375
<i>Pheidole pgm19</i>	0,490	0,554	0,9300,585	0,164	0,358	0,4190,143	0,105	1,005	0,768	0,868	0,350
<i>Pheidole pgm20</i>	0,633	0,685	0,8930,710	0,213	0,448	0,5580,148	0,108	1,003	0,765	0,945	0,428
<i>Pheidole pgm21</i>	0,525	0,600	0,9000,625	0,175	0,375	0,4500,150	0,125	1,000	0,725	0,900	0,400
<i>Pheidole pgm22</i>	0,575	0,650	0,8250,613	0,200	0,375	0,5000,150	0,125	0,875	0,675	0,863	0,400
<i>Pheidole pgm24</i>	0,488	0,544	0,6630,519	0,163	0,306	0,4380,125	0,088	0,663	0,469	0,658	0,300

<i>Pheidole pgm25</i>	0,523	0,579	0,8500,598	0,168	0,383	0,4550,128	0,095	0,895	0,693	0,825	0,363
<i>Pheidole pgm26</i>	0,650	0,750	0,7500,925	0,175	0,475	0,6500,150	0,100	0,825	0,675	0,975	0,425
<i>Pheidole pgm27</i>	0,413	0,450	0,5630,470	0,133	0,258	0,3850,098	0,050	0,538	0,385	0,558	0,273
<i>Pheidole pgm28</i>	0,500	0,525	0,4250,500	0,125	0,350	0,4750,050	0,025	0,325	0,350	0,625	0,325
<i>Pheidole pgm29</i>	0,550	0,600	0,5750,500	0,125	0,425	0,5250,075	0,050	0,600	0,475	0,725	0,375
<i>Pheidole pgm30</i>	0,720	0,783	0,6350,668	0,200	0,473	0,6730,150	0,095	0,838	0,670	0,925	0,480
<i>Pheidole pgm31</i>	0,450	0,488	0,4210,464	0,132	0,279	0,4210,079	0,050	0,457	0,321	0,546	0,289
<i>Pheidole pgm32</i>	0,370	0,396	0,2810,378	0,123	0,208	0,3350,080	0,050	0,281	0,213	0,408	0,250
<i>Pheidole pgm33</i>	0,381	0,410	0,3280,410	0,123	0,235	0,3530,093	0,050	0,353	0,263	0,488	0,248
<i>Pheidole pgm34</i>	0,375	0,400	0,3230,388	0,117	0,253	0,3410,086	0,050	0,361	0,261	0,480	0,250
<i>Pheidole pgm35</i>	0,563	0,613	0,6880,588	0,175	0,363	0,4750,138	0,113	0,750	0,550	0,725	0,375
<i>Pheidole pgm36</i>	0,500	0,575	0,6500,550	0,175	0,325	0,4250,125	0,100	0,000	0,500	0,000	0,350
<i>Pheidole pgm37</i>	0,550	0,625	0,9250,650	0,175	0,375	0,4750,150	0,125	1,050	0,775	0,925	0,425
<i>Pheidole pgm38</i>	0,600	0,675	0,9000,675	0,200	0,450	0,5500,150	0,125	1,025	0,775	0,000	0,400
<i>Pheidole pgm39</i>	0,550	0,625	0,9500,650	0,200	0,400	0,5000,150	0,100	1,025	0,775	0,925	0,425
<i>Pheidole pgm40</i>	0,688	0,755	0,5650,640	0,193	0,420	0,6350,140	0,100	0,713	0,523	0,828	0,445
<i>Pheidole pgm41</i>	0,425	0,475	0,4750,450	0,150	0,275	0,4000,100	0,075	0,000	0,325	0,550	0,300
<i>Pheidole pgm42</i>	0,000	0,000	0,0000,000	0,000	0,000	0,0000,000	0,000	0,675	0,525	0,775	0,425
<i>Pheidole pgm43</i>	0,493	0,555	0,5950,538	0,165	0,303	0,4230,133	0,100	0,650	0,490	0,673	0,333
<i>Pheidole pgm44</i>	0,525	0,575	0,9250,000	0,200	0,400	0,4500,125	0,100	1,000	0,750	0,925	0,400

<i>Pheidole pgm45</i>	0,425	0,475	0,6000,475	0,150	0,275	0,4000,100	0,075	0,575	0,400	0,575	0,275
<i>Pheidole pgm46</i>	0,625	0,725	1,0750,750	0,225	0,450	0,5500,175	0,150	1,200	0,975	1,075	0,450
<i>Pheidole pgm47</i>	0,575	0,650	1,2000,650	0,200	0,425	0,4750,175	0,125	1,400	1,100	1,125	0,425
<i>Pheidole pgm48</i>	0,550	0,625	1,0500,675	0,200	0,400	0,4750,150	0,125	1,175	0,925	1,000	0,400
<i>Pheidole pgm49</i>	0,480	0,533	0,7250,570	0,175	0,315	0,3800,145	0,113	0,730	0,568	0,743	0,345
<i>Pheidole pgm50</i>	0,683	0,658	0,9560,775	0,233	0,506	0,6080,150	0,125	1,125	0,881	1,031	0,463
<i>Pheidole pgm51</i>	0,675	0,783	1,3250,842	0,225	0,525	0,5920,192	0,142	1,617	1,258	1,363	0,525
<i>Pheidole pgm52</i>	0,483	0,539	0,7400,570	0,178	0,323	0,4080,148	0,100	0,753	0,568	0,769	0,334
<i>Pheidole pgm53</i>	0,525	0,600	0,5000,550	0,175	0,325	0,5000,125	0,100	0,650	0,450	0,700	0,350
<i>Pheidole pgm54</i>	0,625	0,692	0,7170,608	0,150	0,467	0,5670,133	0,100	0,775	0,567	0,892	0,417
<i>Pheidole pgm55</i>	0,400	0,438	0,4250,425	0,125	0,275	0,3750,075	0,050	0,438	0,363	0,513	0,263
<i>Pheidole pgm56</i>	0,500	0,525	0,5000,500	0,150	0,350	0,4750,100	0,050	0,525	0,425	0,650	0,325
<i>Pheidole pgm57</i>	0,500	0,588	0,5500,575	0,175	0,325	0,4750,125	0,075	0,625	0,475	0,725	0,350
<i>Pheidole pgm58</i>	0,548	0,595	0,8220,618	0,193	0,370	0,4750,150	0,113	0,885	0,663	0,835	0,385
<i>Pheidole pgm59</i>	0,425	0,450	0,3630,444	0,125	0,275	0,4000,075	0,050	0,375	0,288	0,463	0,263
<i>Pheidole pgm60</i>	0,600	0,700	1,5500,750	0,250	0,450	0,5500,200	0,150	1,700	1,350	1,300	0,500
<i>Pheidole pgm61</i>	0,388	0,438	0,3250,419	0,113	0,224	0,3380,094	0,069	0,344	0,256	0,438	0,250
<i>Pheidole pgm62</i>	0,325	0,338	0,2880,338	0,100	0,188	0,2880,075	0,044	0,275	0,188	0,363	0,213
<i>Pheidole pgm63</i>	0,675	0,800	1,3420,858	0,250	0,533	0,6080,200	0,150	1,650	1,292	1,350	0,533
<i>Pheidole pgm64</i>	0,488	0,538	0,4500,488	0,163	0,313	0,4500,113	0,088	0	0,375	0,625	0,325

<i>Pheidole pgm65</i>	0,550	0,625	0,825	0,625	0,200	0,425	0,500	0,150	0,125	0,950	0,775	1,000	0,425
<i>Platythyrea sinuata</i>	1,250	1,300	1,100	1,500	0,450	0,750	0,900	0,450	0,300	1,550	1,550	2,950	1,100
<i>Pogonomyrmex naegelli</i>	1,190	1,260	0,920	1,195	0,250	0,635	1,055	0,265	0,173	1,190	0,995	1,415	0,810
<i>Pseudomyrmex pgm01</i>	1,450	1,800	0,850	1,850	0,400	0,950	1,200	1,100	0,600	1,650	1,160	2,600	1,000
<i>Pseudomyrmex pgm02</i>	0,575	0,625	0,250	0,775	0,175	0,300	0,375	0,400	0,200	0,475	0,425	1,025	0,388
<i>Pseudomyrmex pgm03</i>	0,988	1,225	0,588	1,275	0,263	0,525	0,650	0,813	0,500	1,113	1,025	1,750	0,750
<i>Pseudomyrmex pgm04</i>	1,067	1,308	0,600	1,300	0,317	0,550	0,683	0,908	0,550	1,200	1,117	1,758	0,800
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1,110	1,315	0,655	1,330	0,345	0,630	0,855	0,795	0,450	1,189	1,175	1,805	0,760
<i>Rasopone arhuaca</i>	1,000	1,000	0,900	1,200	0,250	0,800	0,900	0,150	0,100	1,000	0,800	1,700	0,700
<i>Sericomyrmex parvulus</i>	1,055	0,96	0,685	0,9	0,205	0,58	0,825	0,143	0,108	1,09	0,805	1,29	0,725
<i>Sericomyrmex pgm01</i>	1,56	1,505	1,015	1,34	0,335	0,865	1,29	0,208	0,153	1,63	1,24	1,985	1,08
<i>Sericomyrmex pgm02</i>	1,317	1,233	0,883	1,117	0,25	0,733	1,033	0,183	0,133	1,417	0,967	1,55	0,9
<i>Sericomyrmex pgm03</i>	1,075	1,075	0,75	1	0,2	0,65	0,875	0,15	0,1	1,15	0,75	1,3	0,675
<i>Solenopsis geminata</i>	0,670	0,690	0,635	0,740	0,200	0,411	0,590	0,145	0,100	0,750	0,600	0,905	0,435
<i>Solenopsis globularia</i>	0,456	0,456	0,363	0,538	0,156	0,263	0,419	0,088	0,056	0,375	0,308	0,588	0,271
<i>Solenopsis pgm01</i>	0,517	0,542	0,534	0,609	0,183	0,313	0,461	0,125	0,089	0,633	0,520	0,742	0,334
<i>Solenopsis pgm02</i>	0,281	0,279	0,225	0,344	0,108	0,166	0,253	0,032	0,025	0,226	0,197	0,347	0,188
<i>Solenopsis pgm03</i>	0,394	0,401	0,325	0,494	0,141	0,223	0,360	0,074	0,050	0,338	0,280	0,529	0,265
<i>Solenopsis pgm04</i>	0,306	0,306	0,201	0,353	0,111	0,169	0,276	0,041	0,026	0,207	0,188	0,379	0,204
<i>Solenopsis pgm05</i>	0,513	0,519	0,319	0,563	0,156	0,244	0,488	0,050	0,038	0,331	0,325	0,619	0,319

<i>Solenopsis pgm06</i>	0,418	0,420	0,3000,469	0,146	0,211	0,391	0,050	0,039	0,338	0,283	0,526	0,281
<i>Solenopsis pgm07</i>	0,302	0,305	0,1990,368	0,115	0,150	0,279	0,038	0,026	0,202	0,171	0,379	0,200
<i>Solenopsis pgm08</i>	0,338	0,338	0,2560,391	0,114	0,200	0,313	0,038	0,025	0,269	0,244	0,463	0,229
<i>Solenopsis pgm09</i>	0,293	0,293	0,2410,359	0,114	0,170	0,268	0,036	0,025	0,247	0,211	0,396	0,197
<i>Solenopsis pgm10</i>	0,263	0,263	0,2130,350	0	0,163	0,238	0,025	0,013	0,188	0,175	0,350	0,175
<i>Solenopsis pgm11</i>	0,410	0,410	0,3280,469	0,150	0,210	0,381	0,051	0,038	0,354	0,326	0,519	0,261
<i>Solenopsis pgm12</i>	0,366	0,366	0,3060,428	0,144	0,225	0,338	0,050	0,028	0,309	0,271	0,484	0,244
<i>Solenopsis pgm13</i>	0,284	0,283	0,1850,341	0,103	0,151	0,258	0,038	0,025	0,184	0,166	0,355	0,193
<i>Solenopsis pgm14</i>	0,304	0,304	0,2270,382	0,118	0,166	0,277	0,046	0,027	0,238	0,196	0,404	0,196
<i>Solenopsis pgm16</i>	0,296	0,296	0,2390,370	0,117	0,168	0,267	0,041	0,028	0,240	0,207	0,400	0,198
<i>Solenopsis pgm17</i>	0,300	0,313	0,2880,438	0,125	0,213	0,313	0,088	0,063	0,313	0,250	0,500	0,250
<i>Solenopsis pgm19</i>	0,296	0,296	0,2380,348	0	0,173	0,264	0,040	0,029	0,239	0,208	0,379	0,194
<i>Solenopsis pgm20</i>	0,350	0,350	0,2750,413	0,125	0,163	0,313	0,056	0,038	0,288	0,263	0,450	0,213
<i>Solenopsis pgm21</i>	0,306	0,306	0,2190,338	0	0,175	0,269	0,038	0,025	0,225	0,188	0,381	0,200
<i>Solenopsis pgm22</i>	0,275	0,275	0,1690,331	0,106	0,150	0,244	0,038	0,025	0,150	0,150	0,350	0,200
<i>Solenopsis virulens</i>	0,965	0,965	0,8750,960	0,335	0,515	0,850	0,148	0,100	1,120	0,865	1,365	0,620
<i>Strumygenys auctidens</i>	0	0,189	0,1560,415	0,130	0,170	0	0,039	0,031	0,219	0,189	0,430	0,211
<i>Strumygenys beebei</i>	0,333	0,322	0,1890,467	0,000	0,133	0,000	0,067	0,044	0,244	0,211	0,500	0,222
<i>Strumygenys carinothorax</i>	0,000	0,000	0,2000,300	0,078	0,189	0,000	0,022	0,000	0,200	0,156	0,344	0,178
<i>Strumygenys denticulata</i>	0,228	0,224	0,2130,333	0,099	0,283	0,189	0,038	0,026	0,224	0,175	0,387	0,197

<i>Strumygenys eggersi</i>	0,244	0,239	0,189	0,344	0,100	0,228	0,206	0,033	0,033	0,228	0,189	0,394	0,211
<i>Strumygenys elongata</i>	0,000	0,000	0,333	0,422	0,100	0,300	0,000	0,033	0,033	0,356	0,267	0,467	0,233
<i>Strumygenys epinotalis</i>	0,278	0,289	0,211	0,400	0,133	0,000	0,222	0,056	0,044	0,267	0,222	0,456	0,233
<i>Strumygenys grytava</i>	0,214	0,214	0,167	0,382	0,136	0,128	0,167	0,048	0,035	0,213	0,161	0,367	0,183
<i>Strumygenys infidelis</i>	0,333	0,339	0,297	0,403	0,111	0,281	0,261	0,067	0,056	0,302	0,236	0,478	0,238
<i>Strumygenys lousianae</i>	0,300	0,289	0,239	0,361	0,089	0,228	0,250	0,050	0,044	0,239	0,189	0,411	0,217
<i>Strumygenys perparva</i>	0,200	0,189	0,178	0,267	0,078	0,167	0,167	0,022	0,011	0,222	0,144	0,289	0,156
<i>Strumygenys urrhobia</i>	0,256	0,256	0,200	0,367	0,122	0,000	0,211	0,033	0,033	0,256	0,200	0,411	0,200
<i>Tapinoma</i> <i>melanocephalum</i>	0,349	0,344	0,353	0,402	0,101	0,174	0,235	0,096	0,076	0,337	0,310	0,422	0,233
<i>Tapinoma pgm01</i>	0,356	0,333	0,344	0,000	0,078	0,156	0,222	0,089	0,078	0,322	0,289	0,000	0,233
<i>Trachymyrmex bugnioni</i>	0,68	0,688	0,635	0,655	0,155	0,4	0,543	0,11	0,1	0,785	0,6	0,91	0,46
<i>Trachymyrmex pgm01</i>	1,27	1,3	1,165	1,14	0,285	0,725	1,08	0,2	0,15	1,52	1,215	1,505	0,715
<i>Trachymyrmex pgm02</i>	1,21	1,108	1,015	1,185	0,295	0,753	0,98	0,205	0,148	1,5	1,255	1,695	0,9
<i>Trachymyrmex pgm03</i>	0,95	0,975	0,8	1	0,25	0,65	0,85	0,15	0,25	1,15	0,95	1,4	0,6
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0,354	0,378	0,321	0,381	0,121	0,176	0,298	0,087	0,058	0,332	0,226	0,402	0,244

Tabela 4: Estratégias adaptativas baseadas na teoria CSR para espécies de formigas coletadas na região amazônica.

Espécies	C S R	Estratégia
<i>Acanthostichus laticornis</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Acromyrmex coronatus</i>	57 : 13 : 30 %	C/CR
<i>Acromyrmex laticeps</i>	66 : 19 : 15 %	C/CS
<i>Acropyga goeldii</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Apterostigma pgm01</i>	29 : 0 : 71 %	R/RC
<i>Apterostigma pgm03</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Atta cephalotes</i>	73 : 20 : 7 %	C/CS
<i>Atta sexdens</i>	75 : 25 : 0 %	C/CS
<i>Azteca alfari</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Azteca aurita</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Azteca chartifex</i>	15 : 0 : 85 %	R
<i>Azteca ovaticeps</i>	11 : 0 : 89 %	R
<i>Azteca pgm03</i>	14 : 0 : 86 %	R
<i>Brachymyrmex pgm01</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Brachymyrmex pgm02</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Brachymyrmex pgm03</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Brachymyrmex pgm04</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Brachymyrmex pgm05</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Brachymyrmex pgm06</i>	0 : 0 : 100 %	R

<i>Brachymyrmex pgm07</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Camponotus ager</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus atriceps</i>	79 : 0 : 21 %	C
<i>Camponotus balzani</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus blandus</i>	53 : 0 : 47 %	C/CR
<i>Camponotus crassus</i>	49 : 0 : 51 %	R/RC
<i>Camponotus femuratus</i>	55 : 0 : 45 %	C/CR
<i>Camponotus leydigi</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus novogranadensis</i>	41 : 0 : 59 %	R/RC
<i>Camponotus pgm03</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus pgm04</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus pgm05</i>	30 : 0 : 70 %	R/RC
<i>Camponotus pgm08</i>	100 : 0 : 0 %	C
<i>Camponotus pgm12</i>	26 : 0 : 74 %	R/RC
<i>Camponotus pgm14</i>	38 : 0 : 62 %	R/RC
<i>Camponotus pgm15</i>	39 : 0 : 61 %	R/RC
<i>Camponotus renggeri</i>	95 : 5 : 0 %	C
<i>Camponotus senex</i>	42 : 0 : 58 %	R/RC
<i>Camponotus sexguttatus</i>	18 : 0 : 82 %	R
<i>Cardiocondyla emeryi</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Cardiocondyla minutior</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Carebara brevipilosa</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Carebara escherichi</i>	0 : 0 : 100 %	R

<i>Carebara inca</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Carebara lignata</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Carebara urichi</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Cephalotes atratus</i>	66 : 34 : 0 %	C/CS
<i>Cephalotes cordatus</i>	73 : 27 : 0 %	C/CS
<i>Cephalotes maculatus</i>	19 : 0 : 81 %	R
<i>Cephalotes oculatus</i>	70 : 30 : 0 %	C/CS
<i>Cephalotes pusillus</i>	56 : 12 : 32 %	C/CR
<i>Crematogaster brasiliensis</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Crematogaster curvispinosa</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Crematogaster erecta</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Crematogaster flavosensitiva</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Crematogaster levior</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Crematogaster limata</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Crematogaster pgm01</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Crematogaster pgm02</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Crematogaster pgm03</i>	8 : 0 : 92 %	R
<i>Crematogaster pgm04</i>	8 : 0 : 92 %	R
<i>Crematogaster pgm05</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Crematogaster pgm06</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Crematogaster sotobosque</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Crematogaster teneicula</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Crematogaster victima</i>	0 : 0 : 100 %	R

<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Cyphomyrmex pgm01</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Cyphomyrmex pgm02</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Cyphomyrmex pgm03</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Dinoponera gigantea</i>	60 : 40 : 0 %	C/CS
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	63 : 0 : 37 %	C/CR
<i>Dolichoderus decollatus</i>	85 : 15 : 0 %	C
<i>Dolichoderus gagates</i>	23 : 0 : 77 %	R/RC
<i>Dolichoderus imitator</i>	22 : 0 : 78 %	R/RC
<i>Dolichoderus lutosus</i>	21 : 0 : 79 %	R/RC
<i>Dolichoderus varians</i>	47 : 0 : 53 %	R/RC
<i>Dorymyrmex goeldii</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Dorymyrmex pgm01</i>	15 : 0 : 85 %	R
<i>Dorymyrmex pgm02</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Dorymyrmex spurius</i>	12 : 0 : 88 %	R
<i>Eciton burchelli</i>	68 : 6 : 25 %	C/CR
<i>Eciton mexicanum</i>	36 : 0 : 64 %	R/RC
<i>Eciton rapax</i>	86 : 14 : 0 %	C
<i>Ectatomma edentatum</i>	90 : 10 : 0 %	C
<i>Ectatomma lugens</i>	81 : 19 : 0 %	C
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	74 : 26 : 0 %	C/CS
<i>Gigantiops destructor</i>	94 : 6 : 0 %	C

<i>Gnamptogenys acuminata</i>	30 : 0 : 70 %	R/RC
<i>Gnamptogenys haenschi</i>	67 : 14 : 18 %	C
<i>Gnamptogenys horni</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Gnamptogenys mecotyle</i>	49 : 0 : 51 %	R/RC
<i>Gnamptogenys moelleri</i>	32 : 0 : 68 %	R/RC
<i>Gnamptogenys pgm02</i>	19 : 0 : 81 %	R
<i>Gnamptogenys striatula</i>	19 : 0 : 81 %	R
<i>Gnamptogenys sulcata</i>	38 : 0 : 62 %	R/RC
<i>Gnamptogenys tortuolosa</i>	78 : 22 : 0 %	C
<i>Gracillidris pombero</i>	20 : 0 : 80 %	R
<i>Hypoponera pgm01</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Hypoponera pgm02</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Hypoponera pgm03</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>ypoponera pgm04</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Hylomyrma pgm01</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Labidus coecus</i>	21 : 0 : 79 %	R
<i>Labidus mars</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Labidus praedator</i>	18 : 0 : 82 %	R
<i>Labidus spininodis</i>	18 : 0 : 82 %	R
<i>Lenipithema neotropicum</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Leptogenys gaigei</i>	24 : 0 : 76 %	R
<i>Mayaponera constricta</i>	61 : 0 : 39 %	C/CR
<i>Megalomyrmex leoninus</i>	24 : 0 : 76 %	R

<i>Monomorium floricola</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Mycocepurus smithii</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Myrmicropta foreli</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Neivamyrmex gibbatus</i>	5 : 4 : 91 %	R
<i>Neivamyrmex pgm01</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Neivamyrmex pgm02</i>	11 : 0 : 89 %	R
<i>Neocerapachys splendens</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Neoponera apicalis</i>	85 : 15 : 0 %	C
<i>Neoponera comutata</i>	78 : 22 : 0 %	C
<i>Neoponera verenae</i>	92 : 8 : 0 %	C
<i>Nesomyrmex spininodis</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Nomamyrmex esenbecki</i>	80 : 2 : 18 %	C
<i>Nylanderia pgm01</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Nylanderia pgm02</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Nylanderia pgm03</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Nylanderia pgm04</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Nylanderia pgm05</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Nylanderia pgm06</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Nylanderia pgm07</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Nylanderia pgm08</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Nylanderia pgm09</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Nylanderia pgm10</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Nylanderia pgm11</i>	3 : 0 : 97 %	R

<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Odontomachus bauri</i>	82 : 18 : 0 %	C
<i>Odontomachus brunneus</i>	71 : 14 : 15 %	C
<i>Odontomachus caelatus</i>	82 : 18 : 0 %	C
<i>Odontomachus haematodus</i>	73 : 15 : 13 %	C
<i>Odontomachus meinerti</i>	61 : 5 : 33 %	C/CR
<i>Odontomachus pgm01</i>	83 : 15 : 2 %	C
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	68 : 32 : 0 %	C/CS
<i>Pachycondyla harpax</i>	82 : 18 : 0 %	C
<i>Pachycondyla impressa</i>	73 : 27 : 0 %	C/CS
<i>Paraponera clavata</i>	60 : 40 : 0 %	C/CS
<i>Paratrechina longicornis</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm01</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Pheidole pgm02</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm03</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Pheidole pgm04</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm05</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm06</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm07</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm08</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm09</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm10</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm11</i>	22 : 0 : 78 %	R

<i>Pheidole pgm12</i>	15 : 0 : 85 %	R
<i>Pheidole pgm13</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm14</i>	14 : 0 : 86 %	R
<i>Pheidole pgm15</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm16</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm17</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm18</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm19</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm20</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Pheidole pgm21</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Pheidole pgm22</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm24</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm25</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Pheidole pgm26</i>	8 : 0 : 92 %	R
<i>Pheidole pgm27</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm28</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm29</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Pheidole pgm30</i>	11 : 0 : 89 %	R
<i>Pheidole pgm31</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm32</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm33</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm34</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm35</i>	4 : 0 : 96 %	R

<i>Pheidole pgm36</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm37</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Pheidole pgm38</i>	6 : 0 : 94 %	R
<i>Pheidole pgm39</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Pheidole pgm40</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Pheidole pgm41</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm42</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm43</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm44</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Pheidole pgm45</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm46</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Pheidole pgm47</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pheidole pgm48</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Pheidole pgm49</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm50</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Pheidole pgm51</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Pheidole pgm52</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm53</i>	3 : 0 : 97 %	R
<i>Pheidole pgm54</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Pheidole pgm55</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm56</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm57</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Pheidole pgm58</i>	4 : 0 : 96 %	R

<i>Pheidole pgm59</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm60</i>	7 : 0 : 93 %	R
<i>Pheidole pgm61</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm62</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Pheidole pgm63</i>	10 : 0 : 90 %	R
<i>Pheidole pgm64</i>	1 : 0 : 99 %	R
<i>Pheidole pgm65</i>	4 : 0 : 96 %	R
<i>Platythyrea sinuata</i>	70 : 0 : 30 %	C/CR
<i>Pogonomyrmex naegelli</i>	38 : 0 : 62 %	R/RC
<i>Pseudomyrmex pgm01</i>	58 : 6 : 37 %	C/CR
<i>Pseudomyrmex pgm02</i>	5 : 0 : 95 %	R
<i>Pseudomyrmex pgm03</i>	28 : 0 : 72 %	R/RC
<i>Pseudomyrmex pgm04</i>	33 : 0 : 67 %	R/RC
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	33 : 0 : 67 %	R/RC
<i>Rasopone arhuaca</i>	26 : 0 : 74 %	R/RC
<i>Sericomyrmex parvulus</i>	29 : 0 : 71 %	R/RC
<i>Sericomyrmex pgm01</i>	67 : 10 : 24 %	C/CR
<i>Sericomyrmex pgm02</i>	48 : 0 : 52 %	R/RC
<i>Sericomyrmex pgm03</i>	28 : 0 : 72 %	R/RC
<i>Solenopsis geminata</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Solenopsis globularia</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm01</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Solenopsis pgm02</i>	0 : 0 : 100 %	R

<i>Solenopsis pgm03</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm04</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm05</i>	2 : 0 : 98 %	R
<i>Solenopsis pgm06</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm07</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm08</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm09</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm10</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm11</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm12</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm13</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm14</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm16</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm17</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm19</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm20</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm21</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis pgm22</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Solenopsis virulens</i>	22 : 0 : 78 %	R
<i>Strumygenys auctidens</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys beebei</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys carinothorax</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys denticulata</i>	0 : 0 : 100 %	R

<i>Strumygenys eggersi</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys elongata</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys epinotalis</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys grytava</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys infidelis</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys louisiana</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys perparva</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Strumygenys urrhobia</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Tapinoma pgm01</i>	0 : 0 : 100 %	R
<i>Trachymyrmex bugnioni</i>	9 : 0 : 91 %	R
<i>Trachymyrmex pgm01</i>	35 : 1 : 64 %	R/RC
<i>Trachymyrmex pgm02</i>	45 : 0 : 55 %	R/RC
<i>Trachymyrmex pgm03</i>	21 : 0 : 79 %	R
<i>Wasmannia auropunctata</i>	0 : 0 : 100 %	R