



INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso

O USO DE LIQUENS PARA A CONSTRUÇÃO DE NINHOS POR AVES NO RIO  
GRANDE DO SUL

Kassiane Garcia Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Andreas Kindel

Coorientador: Glayson Ariel Bencke

Porto Alegre, 30 de novembro de 2018.

O uso de líquens para construção de ninhos por aves no Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Andreas Kindel

Coorientador: Glayson Ariel Bencke

Banca Examinadora:

Ismael Franz

Marco Aurélio Pizo Ferreira

Manuscrito formatado conforme as diretrizes para autores  
da revista *The Wilson Journal of Ornithology*.

Foi enviado como material suplementar a planilha geral,  
algumas tabelas e figuras necessárias para a  
compreensão do trabalho foram inseridas no próprio texto.

## O uso de líquens para construção de ninhos por aves no Rio Grande do Sul

Kassiane G. Gonçalves<sup>1\*</sup>, Andreas Kindel<sup>2</sup> & Glayson A. Bencke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Setor de Ornitologia do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Rua Dr. Salvador França, 1427 - Jardim Botânico, Porto Alegre - RS, 90690-000.*

<sup>2</sup>*Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias - NERF, Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500. Prédio 43411, sala 207, CEP 90501-970, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.*

\* *Autor para correspondência. E-mail: [kassiane.g@gmail.com](mailto:kassiane.g@gmail.com)*

**ABSTRACT** — The use of lichens to build nests by birds is still insufficiently researched. This is the first comprehensive study that aims to identify which groups and species of birds use lichens in the construction of their nests in a portion of the Neotropical Region. The species users and non-users of lichens were identified among those that nest in the state of Rio Grande do Sul (RS), southern Brazil, through an extensive bibliographical review, a query to the photographic material of nests (available in the online portal Wikiaves) and an examination of nests in two museum collections of the state (Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e Museu de Ciências e Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). For each species, were established ecological and behavioral attributes that could be related to the use of lichens: nest type, main habitat, forage stratum, diet and weight. Out of the 511 species that nest in the region, 28 always use lichens in their nests (classified as obligatory users) and 58 use it sporadically (facultative users). No phylogenetic signal was detected in the distribution of lichens in the analyzed species, which indicates that the use of the resource is distributed by phylogenetically unrelated groups. There is a significant tendency for species that use

lichens to belong to families of small birds ( $P < 0.001$ ). The Trochilidae, Tyrannidae, Polioptilidae and Thraupidae families concentrated the largest absolute numbers and relative percentages of user species. The obligatory users mainly inhabit in the upper and intermediate strata of forests or forest edges and build cup-type nests, feeding mainly on nectar (40%), invertebrates and fruits. Facultative users are more variable in terms of the evaluated attributes: they inhabit a greater variety of habitats and construct other nest types, besides the cup type (52%). Facultative users include a higher proportion of species that forage in the lower strata of vegetation, when compared to the obligatory ones, and have a wide diversity of diets, with predominance of insectivorous (52%). The sharing of ecological and behavioral attributes among the user species may be related to the adaptations necessary to the collection and incorporation of lichens into the nests.

Keywords: birds, reproductive behavior, nesting, ecological interaction, lichenized fungi, southern Brazil.

**RESUMO** — O uso de líquens para construção de ninhos por aves é ainda pouco estudado. Este é o primeiro levantamento abrangente que buscou identificar quais são os grupos e espécies de aves que usam líquens na construção de seus ninhos em uma porção da Região Neotropical. Por meio de extensa revisão bibliográfica, consulta ao material fotográfico de ninhos disponível no portal *online* Wikiaves e exame de ninhos em duas coleções de museus do estado (Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e Museu de Ciências e Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul), identificaram-se as espécies usuárias e não usuárias de líquens entre aquelas que nidificam no estado do Rio Grande do Sul (RS), sul do Brasil. Para cada espécie, foram levantados atributos ecológicos e

comportamentais que poderiam estar relacionados ao uso de líquens: tipo de ninho, hábitat principal, estrato de forrageio, dieta e peso. Das 511 espécies que nidificam no RS, 28 sempre usam líquens (classificadas como usuárias obrigatórias) em seus ninhos e 58 usam às vezes (usuárias facultativas). Não foi detectado sinal filogenético na distribuição do uso de líquens no conjunto das espécies analisadas, demonstrando que o uso do recurso está distribuído por grupos filogeneticamente não aparentados. Existe tendência significativa de as espécies usuárias de líquens pertencerem a famílias de aves de pequeno porte ( $P < 0,001$ ). As famílias Trochilidae, Tyrannidae, Polioptilidae e Thraupidae concentraram os maiores números absolutos e percentuais relativos de espécies usuárias. As usuárias obrigatórias habitam principalmente os estratos superiores e intermediários de florestas ou bordas florestais e constroem ninhos do tipo cesto, alimentando-se principalmente de néctar (40%), invertebrados e frutos. As usuárias facultativas são mais variáveis quanto aos atributos avaliados, habitam uma variedade maior de hábitats e constroem outros tipos de ninho, além do cesto (52%). As facultativas incluem maior proporção de espécies que forrageiam nos estratos inferiores da vegetação comparado com as obrigatórias e possuem uma ampla diversidade de dietas, com predomínio de insetívoras (52%). O compartilhamento de atributos ecológicos e comportamentais entre as espécies usuárias pode ter relação com adaptações necessárias à coleta e incorporação de líquens aos ninhos.

Palavras-chave: aves, comportamento reprodutivo, nidificação, interação ecológica, fungos liquenizados, sul do Brasil.

Ninhos são estruturas vitais para a reprodução da maioria das aves (Mainwaring et al. 2014, Breen et al. 2016). Portanto, a construção do ninho é um comportamento amplamente difundido entre as aves (Mainwaring et al. 2014). A função principal dos ninhos é conter os

ovos durante a fase de incubação e os filhotes durante a fase inicial de desenvolvimento, mas outras funções mutuamente não exclusivas incluem a proteção contra predadores, o isolamento térmico, o controle de parasitas e a sinalização sexual (Hansell 2000, Deeming & Mainwaring 2015).

As aves utilizam uma grande variedade de materiais de diferentes origens para construir seus ninhos (Hansell 2000, Breen et al. 2016). A escolha dos materiais pode ter importantes implicações adaptativas, pois suas propriedades influenciam a estrutura de nidificação e, conseqüentemente, o sucesso reprodutivo (Schuetz 2004, Deeming & Mainwaring 2015). Porém, pouco se sabe sobre a plasticidade no uso dos diversos materiais pelas diferentes espécies (Deeming & Mainwaring 2015) e sobre a influência do aprendizado nas decisões relacionadas à construção do ninho (Healy et al. 2015). Embora os ninhos tenham características espécie-específicas (Hansell 2000), as proporções dos diferentes materiais utilizados por uma espécie frequentemente variam de acordo com a sua disponibilidade no meio e com as condições do substrato e do hábitat (Collias 1964, Deeming, & Mainwaring 2015). Além disso, enquanto alguns materiais têm claramente função estrutural, outros são ativamente selecionados por razões menos óbvias e podem cumprir uma série de outras funções (Kight 2010, Ibañez et al. 2018).

O uso de líquens como material para construção de ninhos é conhecido para diversas espécies de aves em diferentes partes do mundo (Seaward 1977, Hansell 1996, Sick 1997, Chatellenaz & Ferraro 2000, Deeming & Mainwaring 2015), inclusive na Antártida (Quintana et al. 2001). Porém, as funções dos líquens nos ninhos, a abrangência de seu uso e o grau de dependência das espécies usuárias em relação a esse recurso são aspectos ainda pouco compreendidos.

Os líquens ocorrem na maioria dos ambientes terrestres do mundo e são componentes conspícuos de muitos ecossistemas (Nash 1996). São encontrados desde o nível do mar até as

montanhas mais altas, mas são raros em altitudes superiores a 5.000 m e em florestas muito densas. Também estão presentes em desertos e regiões polares, sob temperaturas extremas (Honda 1998).

Mais comumente, as aves utilizam líquens para recobrir a parede externa do ninho, aplicando-os de modo a formar um mosaico mais ou menos contínuo ou como fragmentos dispersos pela superfície (Hansell 2000). A cobertura externa de líquens teria a função de reduzir a detecção do ninho por predadores visualmente orientados via cripsia ou camuflagem (Hansell 1996, Bailey et al. 2015). A utilização de fungos liquenizados como material estrutural ou de suporte também é conhecida (Quintana et al. 2001, Chatellenaz & Ferraro 2007) e outras funções sugeridas para o uso desse recurso incluem a impermeabilização contra a água da chuva, a facilitação da drenagem do ninho devido à natureza poiquilohídrica dos líquens, a regulação da temperatura via reflexão da radiação solar, a conservação da umidade, o controle de parasitas pela presença de compostos secundários voláteis, a ação antibacteriana ou antifúngica devido à produção de ácido úsnico e a sinalização sexual (Hansell 1996, 2000, Chatellenaz & Ferraro 2007, Mainwaring et al. 2014, Ibañez et al. 2018). Os potenciais benefícios para os líquens são ainda menos estudados, mas as aves podem atuar como dispersores desses organismos (Bailey & James 1979), uma vez que os líquens frequentemente são componentes vivos dos ninhos (Chatellenaz & Ferraro 2000).

É possível supor que o uso de líquens para a construção de ninhos pelas aves esteja relacionado a determinados atributos morfológicos, ecológicos ou comportamentais das espécies. Por exemplo, é provável que adaptações morfológicas relacionadas a outras atividades vitais, como a alimentação, restrinjam ou favoreçam a coleta de líquens e a sua incorporação ao ninho em determinadas espécies (Hansell 2000). De forma semelhante, o hábitat ou o estrato da vegetação ao qual uma espécie está restrita pode limitar o seu acesso aos líquens. Além disso, a necessidade de minimizar o risco de predação em ninhos mais expostos pode exercer forte

pressão sobre a seleção de materiais, favorecendo estratégias de proteção que incluam a adição de materiais capazes de reduzir a detectabilidade do ninho, como os líquens (Mainwaring et al. 2014).

Assim, é provável que o uso de líquens para a construção de ninhos não ocorra de forma aleatória entre as aves, mas se concentre em determinados grupos taxonômicos e ecológicos que compartilhem características ou habilidades comportamentais compatíveis com o uso desse recurso. Também é possível supor que os líquens possuem função adaptativa e que, portanto, haja diferentes níveis de especialização no uso desse recurso entre as espécies.

Este estudo tem o objetivo de investigar de forma exploratória o uso de líquens para a construção de ninhos por aves em uma zona de transição entre dois biomas com características contrastantes e presença de ambientes florestais e campestres no extremo sul do Brasil: a Mata Atlântica e o Pampa. Nessa região de confluência biogeográfica, buscou-se avaliar a proporção de espécies da avifauna usuárias de líquens e explorar uma série de atributos das espécies que possam estar relacionados ao uso desse recurso (tipo de ninho, hábitat principal, estrato de forrageio, dieta e peso). Embora o uso de líquens por aves possa ser considerado uma interação ecológica (Herrera & Pellmyr 2002), sobre a qual existe uma compreensão ainda muito limitada, no presente estudo essa relação será abordada exclusivamente na perspectiva do uso pelas aves, servindo como uma base para investigações futuras mais específicas como implicações ecológicas e evolutivas.

## **Métodos**

Por razões relacionadas à qualidade e disponibilidade de informações sobre a avifauna, definiu-se como área de estudo o estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil (total de 704 espécies registradas; Franz et al. 2018). O Rio Grande do Sul apresenta aproximadamente 37%



de seu território inserido no Bioma Mata Atlântica e 63% no Bioma Pampa (Fig. 1). A Mata Atlântica ocupa a porção norte e originalmente compreendia florestas perenifólias, florestas estacionais e florestas com araucária *Araucaria angustifolia*, além de campos de altitude na região dos Campos de Cima da Serra. O Pampa estende-se pela metade sul do estado e parte do noroeste e compreende uma mistura de campos, florestas, savanas e áreas úmidas, com predomínio de fitofisionomias campestres (ver Belton 1994 para uma breve caracterização fisionômica do estado).

O conjunto de espécies analisadas corresponde às aves com reprodução confirmada ou assumida no Rio Grande do Sul. A lista de espécies que nidificam no estado foi compilada principalmente com base em Belton (1994) e Maurício et al. (2013). Também foram consideradas evidências fotográficas de reprodução não publicadas divulgadas no portal WikiAves ([www.wikiaves.com.br](http://www.wikiaves.com.br)). Espécies exóticas, nidoparasitas e/ou que utilizam exclusivamente ninhos de outras espécies foram excluídas das análises.

*Uso de líquens.* O uso de líquens para a construção do ninho foi verificado para as diferentes espécies por meio de extensiva revisão bibliográfica sobre reprodução e nidificação das aves da Região Neotropical, bem como por consultas a coleções científicas de museus regionais e a bases de dados virtuais disponíveis na internet, complementadas por dados de campo. Foram consultadas cerca de uma centena de fontes bibliográficas, entre obras compilatórias e artigos científicos contendo descrições de ninhos de espécies que nidificam no Rio Grande do Sul. Se líquens eram mencionados entre os materiais de construção por uma determinada fonte, esta foi considerada como um registro positivo para o uso do recurso, contanto que contivesse uma descrição minimamente completa do ninho. No caso de dados obtidos a partir de obras compilatórias, as fontes originais não foram computadas como registros independentes, mas eventualmente foram consultadas para detalhamento da informação.

Também foram analisadas cerca de 8 mil fotos do banco de imagens *online* do WikiAves, marcando-se “ninho” no conteúdo da foto como critério na ferramenta de busca avançada do *site* e analisando-se as imagens em busca de indícios da utilização de líquens. Assim como para as fontes bibliográficas, apenas uma foto de um mesmo ninho foi contabilizada para as análises. Além disso, as coleções científicas do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul e do Museu de Ciências e Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, ambos de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, tiveram seus ninhos examinados. Os dados de campo foram obtidos em diversas áreas da região metropolitana de Porto Alegre e em visitas fortuitas a outras áreas do Rio Grande do Sul em 2017 e 2018. A frequência relativa de dados positivos foi utilizada para classificar as espécies quanto ao uso de líquens. Em alguns poucos casos, espécies com escassez de dados ou com ninhos ainda não descritos foram classificadas por extrapolação a partir de outras espécies do mesmo gênero com nidificação mais bem conhecida, tratando-se, na maioria das vezes, de espécies pertencentes a grupos de não usuárias.

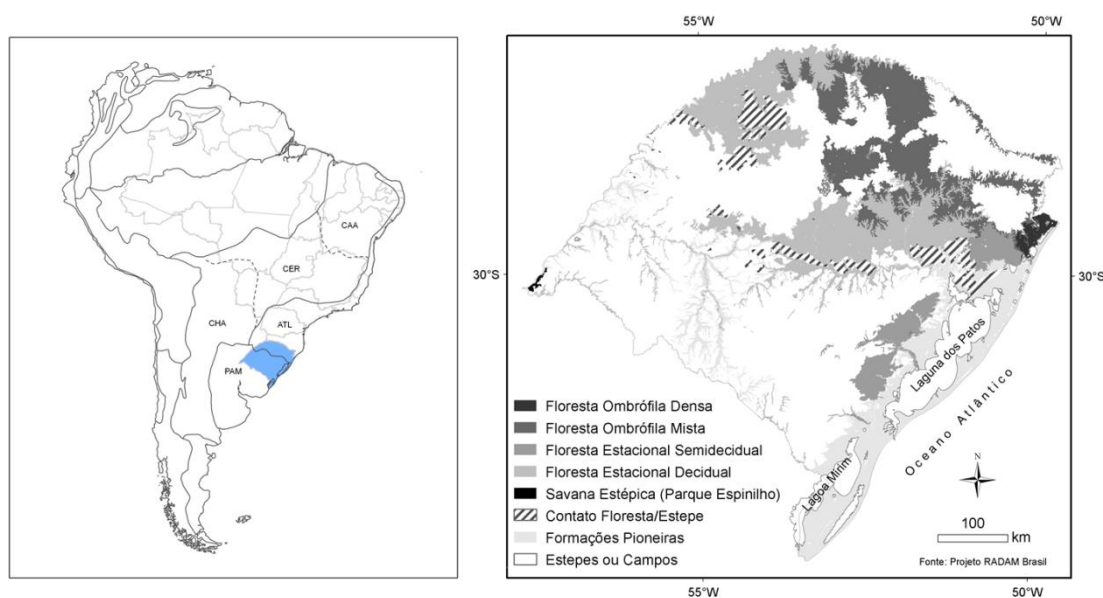


Figura 1. Localização do estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil, em relação aos biomas Mata Atlântica (ATL) e Pampa (PAM), à esquerda, e distribuição das principais formações vegetacionais no estado, à direita.

*Atributos.* Para cada espécie de ave que nidifica no Rio Grande do Sul, foram levantados os seguintes atributos: tipo de ninho, hábitat, dieta, estrato de forrageio e peso. Os ninhos foram classificados quanto à estrutura com base em Simon & Pacheco (2005), considerando-se os seguintes padrões básicos (definições ligeiramente adaptadas): 1. simples/desnudo – sem material ou com escasso material arrastado do entorno; 2. simples/plataforma – material empilhado ou entrecruzado de forma desordenada, formando um prato raso ou plataforma sem paredes distintas; 3. cesto ou tigela – material disposto de forma organizada e concêntrica, usualmente entrelaçado, formando uma estrutura semiesférica rasa ou profunda com paredes distintas e autossustentáveis; 4. fechado – material disposto de forma organizada e envolvendo completamente a câmara incubatória; 5. cavidade – construído dentro de ocos de árvores ou em barrancos, geralmente sem adição de materiais estruturais, apenas de revestimento.

Para a definição do hábitat principal ocupado por cada espécie utilizaram-se os trabalhos de Belton (1994), Parker III et al. (1996), Sick (1997) e Azpiroz et al. (2012), considerando-se as seguintes categorias: florestas, bordas de floresta/capoeiras, savanas, campos, áreas úmidas, zona costeira e espaço aéreo. A dieta foi compilada de Wilman et al. (2014) com base nos itens alimentares consumidos em maior porcentagem, fazendo-se ajustes a partir da enciclopédia *online Handbook of the birds of the world alive* (HBW Alive; del Hoyo et al. 2018) e Mercedes & Johnson (2016). As espécies foram classificadas em nectarívoras, frugívoras, onívoras, granívoras, invertívoras, carnívoras, herbívoras e necrófagas. Para classificar as espécies quanto ao estrato de forrageio usou-se Parker et al. (1996), complementado com HBW Alive, considerando-se as classes: aéreo, estrato alto (dossel), estrato médio, estrato baixo (sub-bosque), nível do solo e superfície/embaixo d'água (espécies que capturam presas superficialmente ou submergindo na água).

O peso médio foi adotado como medida do porte ou tamanho corporal. Os dados foram obtidos principalmente de Wilman et al. (2014), Belton (1994) e HBW Alive.

*Análises estatísticas.* Para analisar se o uso de líquens para construção de ninhos está concentrado ou disperso em diferentes clados taxonômicos/filogenéticos, testou-se o sinal filogenético, i.e., se o uso de líquens mostra-se evolutivamente conservado ao longo da filogenia. Para tanto, foi calculada a correlação de Mantel entre as distâncias filogenéticas pareadas das espécies de aves e o uso de líquens. Para obter as relações filogenéticas entre as aves, foram reconstruídas 1.000 filogenias alternativas através do *site* birdtree.org (Jetz et al. 2012), usando o conjunto “Ericson” de 10.000 árvores com 9.993 OTUs (unidades terminais). As correlações de Mantel foram calculadas para cada uma das 1.000 árvores usando o procedimento estatístico proposto por DeBastiani & Duarte (2016), que incorpora um modelo evolutivo (movimento browniano) à análise. Neste modelo evolutivo, é esperado que a divergência dos caracteres aumente proporcionalmente com a distância filogenética entre as espécies. Computaram-se quantas correlações de Mantel das 1.000 filogenias alternativas exibiram resultados significativos e avaliou-se dentro de cada uma se evoluíram segundo um movimento browniano. Os testes de Mantel foram realizados no ambiente estatístico R (R Core Team 2018) e os valores de probabilidade foram obtidos com 999 permutações.

Para avaliar a associação entre o peso corporal e a incidência do uso de líquens nas famílias de aves do Rio Grande do Sul, utilizou-se um Modelo Linear Generalizado (GLM) com função *logit*, que equivale a uma regressão logística. Adotou-se a mediana dos pesos das espécies de cada família (com transformação logarítmica) como variável preditora e o uso ou não uso de líquens como variável resposta (binária). Somente famílias com três ou mais espécies nidificantes no estado foram consideradas na análise e aquelas com pelo menos uma espécie usuária de líquens receberam valor 1.

## Resultados

Pelo menos 511 espécies de aves nidificam no Rio Grande do Sul. Dessas, 86 espécies (16,8%) de 16 famílias usam ou podem usar líquens para a construção do ninho (ver material suplementar). Para algumas espécies que têm o seu ninho bem descrito na literatura, todas as fontes consultadas mencionam o uso regular de líquens. Por exemplo, o uso desse material pelo príncipe *Pyrocephalus rubinus* (Tyrannidae) foi descrito por Ihering (1900) e mencionado posteriormente de forma independente por Serié & Smyth (1923), Belton (1985), Narosky & Salvador (1998), Di Giacomo (2005), de la Peña (2013) e Farnsworth et al. (2018). Outras fontes consultadas confirmam o uso: todos os sete ninhos analisados em museus e as oito fotos examinadas continham líquens. Logo, essa espécie parece usar líquens sempre ou, pelo menos, na grande maioria dos casos (Fig. 2). Outras 27 espécies mostraram padrão de uso similar (Tab. 1).

Tabela 1. Espécies de aves que usam regularmente líquens em seus ninhos, segundo as fontes consultadas.

| <b>Família</b> | <b>Nome científico</b>            | <b>Nome comum</b>              |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Trochilidae    | <i>Phaethornis eurynome</i>       | rabo-branco-de-garganta-rajada |
| Trochilidae    | <i>Aphantochroa cirrochloris</i>  | beija-flor-cinza               |
| Trochilidae    | <i>Anthracothorax nigricollis</i> | beija-flor-de-veste-preta      |
| Trochilidae    | <i>Thalurania glaucopis</i>       | beija-flor-de-fronte-violeta   |
| Trochilidae    | <i>Hylocharis chrysura</i>        | beija-flor-dourado             |
| Trochilidae    | <i>Leucochloris albicollis</i>    | beija-flor-de-papo-branco      |
| Trochilidae    | <i>Polytmus guainumbi</i>         | beija-flor-de-bico-curvo       |
| Trochilidae    | <i>Amazilia versicolor</i>        | beija-flor-de-banda-branca     |
| Trochilidae    | <i>Amazilia fimbriata</i>         | beija-flor-de-garganta-verde   |
| Trochilidae    | <i>Heliodoxa rubricauda</i>       | beija-flor-rubi                |
| Trochilidae    | <i>Heliomaster furcifer</i>       | bico-reto-azul                 |
| Trochilidae    | <i>Calliphlox amethystina</i>     | estrelinha-ametista            |
| Cotingidae     | <i>Phibalura flavirostris</i>     | tesourinha-da-mata             |

| <b>Família</b> | <b>Nome científico</b>           | <b>Nome comum</b>              |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Tyrannidae     | <i>Tyranniscus burmeisteri</i>   | piolhinho-chiador              |
| Tyrannidae     | <i>Elaenia flavogaster</i>       | guaracava-de-barriga-amarela   |
| Tyrannidae     | <i>Elaenia spectabilis</i>       | guaracava-grande               |
| Tyrannidae     | <i>Elaenia parvirostris</i>      | guaracava-de-bico-curto        |
| Tyrannidae     | <i>Elaenia mesoleuca</i>         | tuque                          |
| Tyrannidae     | <i>Suiriri suiriri</i>           | suiriri-cinzento               |
| Tyrannidae     | <i>Myiopagis caniceps</i>        | guaracava-cinzenta             |
| Tyrannidae     | <i>Myiopagis viridicata</i>      | guaracava-de-crista-alaranjada |
| Tyrannidae     | <i>Phyllomyias fasciatus</i>     | piolhinho                      |
| Tyrannidae     | <i>Serpophaga subcristata</i>    | alegrinho                      |
| Tyrannidae     | <i>Pyrocephalus rubinus</i>      | príncipe                       |
| Tyrannidae     | <i>Contopus cinereus</i>         | papa-moscas-cinzento           |
| Poliophtilidae | <i>Poliophtila lactea</i>        | balança-rabo-leitoso           |
| Poliophtilidae | <i>Poliophtila dumicola</i>      | balança-rabo-de-máscara        |
| Thraupidae     | <i>Coryphospingus cucullatus</i> | tico-tico-rei                  |

Para outras espécies, o uso de líquens é descrito na literatura como ocasional ou somente em algumas fontes. O sanhaço-cinzento *Tangara sayaca* (Thraupidae), por exemplo, pode utilizar líquens no ninho, o que é mencionado por Ihering (1900), Isler & Isler (1987) e Di Giacomo (2005). Além disso, foram coletados ninhos dessa espécie com e sem líquens em uma mesma localidade (Jardim Botânico de Porto Alegre; n = 3) e pelo menos três de um total de 100 fotos examinadas continham o material. O bem-te-vi *Pitangus sulphuratus* (Tyrannidae) eventualmente também adiciona líquens: dois ninhos de museu e outros três encontrados na Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, Santo Antônio da Patrulha continham o material (Fig. 3). No caso do risadinha *Camptostoma obsoletum* (Tyrannidae), ninhos contendo líquens foram encontrados em uma região específica (Parque Estadual do Espinilho, Barra do Quaraí; Fig. 3), mas não em outras. Ao todo, foram encontradas evidências de que 58 espécies fazem uso eventual de líquens para a construção do ninho (Tab. 2).

Tabela 2. Espécies de aves que usam eventualmente líquens em seus ninhos, segundo as fontes consultadas.

| <b>Família</b>  | <b>Nome científico</b>               | <b>Nome comum</b>           |
|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Accipitridae    | <i>Elanoides forficatus</i>          | gavião-tesoura              |
| Accipitridae    | <i>Accipiter striatus</i>            | gavião-miúdo                |
| Accipitridae    | <i>Heterospizias meridionalis</i>    | gavião-caboclo              |
| Accipitridae    | <i>Rupornis magnirostris</i>         | gavião-carijó               |
| Accipitridae    | <i>Geranoaetus albicaudatus</i>      | gavião-de-rabo-branco       |
| Cuculidae       | <i>Coccyzus melacoryphus</i>         | papa-lagarta-acanelado      |
| Cuculidae       | <i>Crotophaga major</i>              | anu-coroca                  |
| Cuculidae       | <i>Guira guira</i>                   | anu-branco                  |
| Apodidae        | <i>Cypseloides senex</i>             | taperuçu-velho              |
| Apodidae        | <i>Streptoprocne biscutata</i>       | teperuçu-de-coleira-falha   |
| Trochilidae     | <i>Eupetomena macroura</i>           | beija-flor-tesoura          |
| Trochilidae     | <i>Stephanoxis loddigesii</i>        | beija-flor-de-topete-azul   |
| Trochilidae     | <i>Chlorostilbon lucidus</i>         | besourinho-de-bico-vermelho |
| Furnariidae     | <i>Phacellodomus sibilatrix</i>      | tio-tio-pequeno             |
| Furnariidae     | <i>Phacellodomus ruber</i>           | graveteiro                  |
| Furnariidae     | <i>Schoeniophylax phryganophilus</i> | bichoita                    |
| Furnariidae     | <i>Synallaxis frontalis</i>          | petrim                      |
| Furnariidae     | <i>Synallaxis albescens</i>          | uí-pi                       |
| Furnariidae     | <i>Synallaxis spixi</i>              | joão-teneném                |
| Furnariidae     | <i>Asthenes baeri</i>                | lenheiro                    |
| Furnariidae     | <i>Cranioleuca pyrrhophia</i>        | arredio                     |
| Tityridae       | <i>Pachyramphus viridis</i>          | caneleiro-verde             |
| Tityridae       | <i>Pachyramphus polychopterus</i>    | caneleiro-preto             |
| Tityridae       | <i>Pachyramphus validus</i>          | caneleiro-de-chapéu-preto   |
| Rhynchocyclidae | <i>Phylloscartes ventralis</i>       | borboletinha-do-mato        |
| Rhynchocyclidae | <i>Phylloscartes kronei</i>          | maria-da-restinga           |
| Rhynchocyclidae | <i>Tolmomyias sulphurescens</i>      | bico-chato-de-orelha-preta  |
| Tyrannidae      | <i>Camptostoma obsoletum</i>         | risadinha                   |

| <b>Família</b> | <b>Nome científico</b>                      | <b>Nome comum</b>       |
|----------------|---|-------------------------|
| Tyrannidae     | <i>Elaenia obscura</i>                      | tucão                   |
| Tyrannidae     | <i>Serpophaga nigricans</i>                 | joão-pobre              |
| Tyrannidae     | <i>Pítangus sulphuratus</i>                 | bem-te-vi               |
| Tyrannidae     | <i>Tyrannus melancholicus</i>               | suiriri                 |
| Tyrannidae     | <i>Tyrannus savana</i>                      | tesourinha              |
| Tyrannidae     | <i>Griseotyrannus aurantioatrocristatus</i> | peitica-de-chapéu-preto |
| Tyrannidae     | <i>Empidonomus varius</i>                   | peitica                 |
| Tyrannidae     | <i>Myiophobus fasciatus</i>                 | filipe                  |
| Tyrannidae     | <i>Sublegatus modestus</i>                  | guaracava-modesta       |
| Tyrannidae     | <i>Satrapa icterophrys</i>                  | suiriri-pequeno         |
| Vireonidae     | <i>Cyclarhis gujanensis</i>                 | pitiguari               |
| Vireonidae     | <i>Vireo chivi</i>                          | juruviara               |
| Corvidae       | <i>Cyanocorax chrysops</i>                  | gralha-picaça           |
| Parulidae      | <i>Setophaga pitiayumi</i>                  | mariquita               |
| Thraupidae     | <i>Gubernatrix cristata</i>                 | cardeal-amarelo         |
| Thraupidae     | <i>Paroaria coronata</i>                    | cardeal                 |
| Thraupidae     | <i>Tangara sayaca</i>                       | sanhaçu-cinzento        |
| Thraupidae     | <i>Nemosia pileata</i>                      | saíra-de-chapéu-preto   |
| Thraupidae     | <i>Hemithraupis guira</i>                   | saíra-de-papo-preto     |
| Thraupidae     | <i>Hemithraupis ruficapilla</i>             | saíra-ferrugem          |
| Thraupidae     | <i>Sporophila lineola</i>                   | bigodinho               |
| Thraupidae     | <i>Sporophila beltoni</i>                   | patativa-tropeira       |
| Thraupidae     | <i>Sporophila caerulescens</i>              | coleirinho              |
| Thraupidae     | <i>Saltator coerulescens</i>                | sabiá-congá             |
| Thraupidae     | <i>Saltator aurantirostris</i>              | bico-duro               |
| Thraupidae     | <i>Microspingus melanoleucus</i>            | capacetinho             |
| Cardinalidae   | <i>Piranga flava</i>                        | sanhaçu-de-fogo         |
| Cardinalidae   | <i>Cyanoloxia brissonii</i>                 | azulão                  |
| Fringillidae   | <i>Euphonia chlorotica</i>                  | fim-fim                 |
| Fringillidae   | <i>Euphonia cyanocephala</i>                | gaturamo-rei            |

Já para outras espécies com ninhos bem descritos na literatura, não foram encontradas evidências do uso de líquens. A cambacica *Coereba flaveola* (Thraupidae) é um exemplo de não usuária cujo ninho é bem conhecido e fácil de ser encontrado na natureza. Líquens também não estão na lista dos materiais utilizados para a nidificação por outras espécies comuns na região de estudo, como a corruíra *Troglodytes musculus* (Troglodytidae), o sabiá-laranjeira



*Turdus rufiventris* (Turdidae) e o tico-tico *Zonotrichia capensis* (Passerellidae). Como esperado, a maioria das espécies analisadas (425, ou 83,2%) se enquadraram nessa categoria e não usam líquens em seus ninhos, exceto de forma incidental (e.g., pela adição de gravetos portando líquens ao ninho) ou, talvez, muito raramente.

Com base nos padrões descritos acima, propõe-se uma classificação hierárquica da avifauna quanto ao uso de líquens para a construção de ninhos:

Não usuárias – não usam líquens como material de construção em seus ninhos, exceto de forma não intencional.

Usuárias – deliberadamente usam líquens como material de construção em seus ninhos. Esta categoria pode ser subdividida em:

Usuárias obrigatórias – regularmente usam líquens como material de construção em seus ninhos. Tipicamente, todos ou quase todos os ninhos dessas espécies contêm líquens em uma proporção e disposição mais ou menos previsíveis.



Figura 2. O príncipe *Pyrocephalus rubinus* (Tyrannidae), à esquerda, e o balança-rabode-máscara *Polioptila dumicola* (Polioptilidae), à direita, sempre usam líquens em seus ninhos.



Figura 3. O bem-te-vi *Pitangus sulphuratus*, à esquerda, e o risadinha *Camptostoma obsoletum* (Tyrannidae) ocasionalmente incorporam líquens em seus ninhos, como nos casos aqui ilustrados. Fotos obtidas respectivamente em Santana do Livramento, Porto Alegre, Glorinha e Barra do Quaraí, no Rio Grande do Sul, sul do Brasil (Fotos: G. A. Bencke).

Usuárias facultativas – usam líquens como material de construção em seus ninhos com alguma frequência, mas não a ponto de configurar um uso regular e previsível. Tipicamente, os líquens são utilizados por uma parte da população ou em uma parte específica da distribuição geográfica dessas espécies.

Entre as usuárias obrigatórias, o uso predominante (93% das espécies) foi a adição de fragmentos laminares de líquens foliosos como material de decoração das paredes externas do ninho. Porém, diversas espécies utilizam líquens fruticosos como material estrutural, seja em combinação com os líquens foliosos utilizados no revestimento externo ou de forma exclusiva (como a tesourinha-da-mata *Phibalura flavirostris* e o tico-tico-rei *Coryphospingus cucullatus*).

Entre as usuárias facultativas, os usos foram consideravelmente mais variáveis. O tio-tio-pequeno *Phacellodomus sibilatrix* (Furnariidae) e outras espécies que constroem ninhos volumosos de gravetos podem revestir internamente o túnel de acesso à câmara de incubação com líquens (Di Giacomo 2005). O gavião-tesoura *Elanoides forficatus* (Accipitridae) parece selecionar em algumas circunstâncias gravetos incrustados de líquens, enquanto a mariquita *Setophaga pitiayumi* (Parulidae) pode construir o seu ninho dentro de talos pendentes de *Usnea* spp. (Azevedo & Di-Bernardo 2005, Chatenellaz & Ferraro 2007; ninho MCT/PUCRS 1368).

Tyrannidae (26,7%), Trochilidae (17,4%) e Thraupidae (15%) se destacaram como as famílias com o maior percentual relativo de espécies usuárias. Polioptilidae, com apenas duas espécies presentes no Rio Grande do Sul, e Trochilidae apresentaram os maiores percentuais de usuárias obrigatórias entre todas as famílias analisadas (100% e 80%, respectivamente), enquanto Thraupidae apresentou o maior número absoluto (12) e o maior percentual relativo de usuárias facultativas (14%).

Não foi encontrado sinal filogenético na distribuição do uso de líquens entre as espécies amostradas (correlação de Mantel média  $rm^2 = -0,088$ ,  $p = 0,999$ , PBM = 0,939), indicando não haver evidências de que o caráter foi conservado em clados específicos ao longo da história evolutiva no âmbito do conjunto de espécies analisadas. Além disso, as espécies usuárias de líquens foram significativamente mais bem representadas nas famílias taxonômicas de menor peso corporal ( $p < 0,001$ , Fig. 4), indicando uma associação entre a probabilidade de uso de líquens e o tamanho das aves.

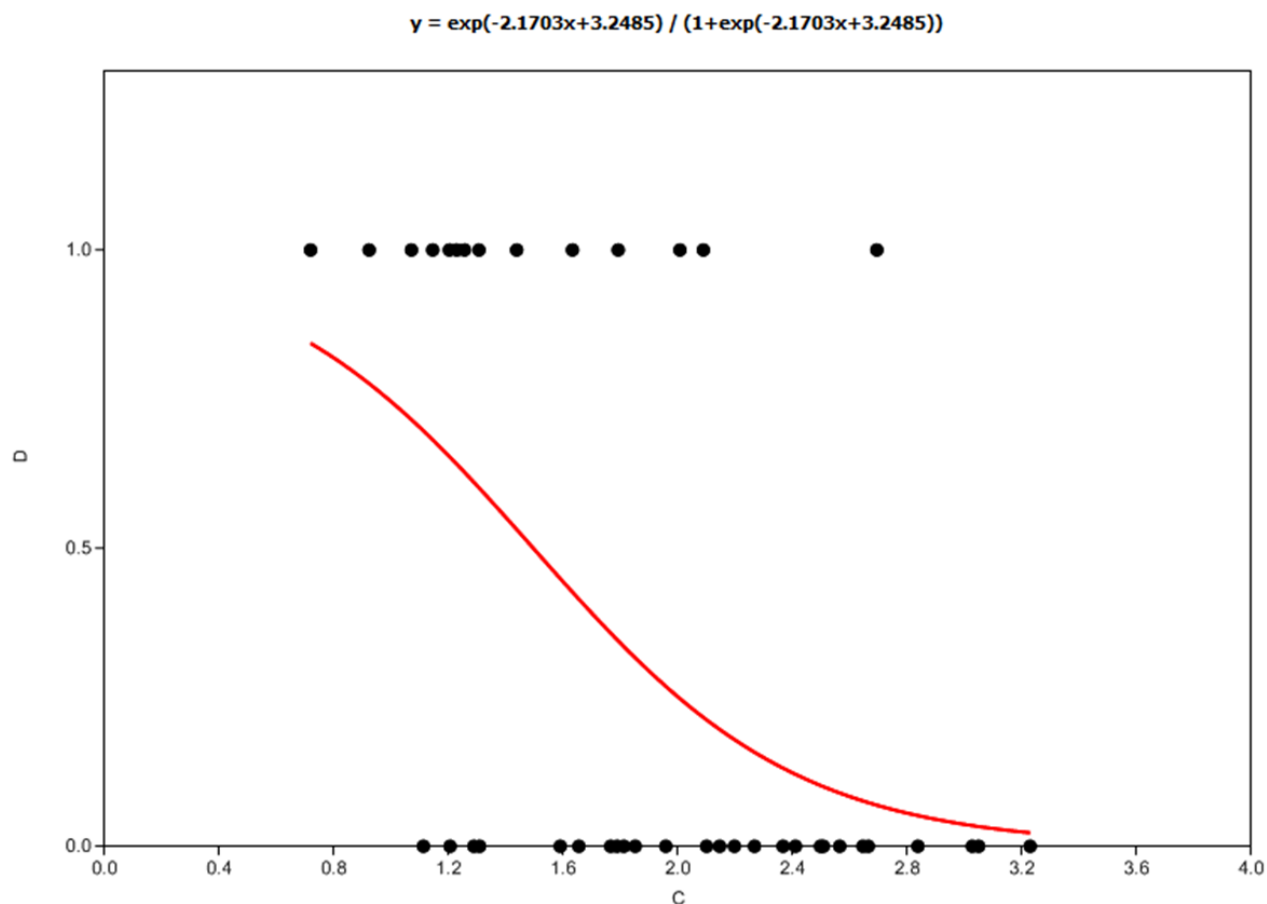


Figura 4. Modelo Linear Generalizado (função logit) da incidência do uso de líquens em função do peso em famílias com três ou mais espécies nidificantes no Rio Grande do Sul, sul do Brasil ( $p < 0,001$ ).

As espécies usuárias obrigatórias, usuárias facultativas e não usuárias apresentaram diferenças quanto aos atributos ecológicos e comportamentais avaliados. Os ninhos das espécies usuárias obrigatórias foram exclusivamente do tipo cesto/tigela, ao passo que entre as usuárias facultativas este tipo de ninho foi característico para apenas pouco mais da metade das espécies (Fig. 5).

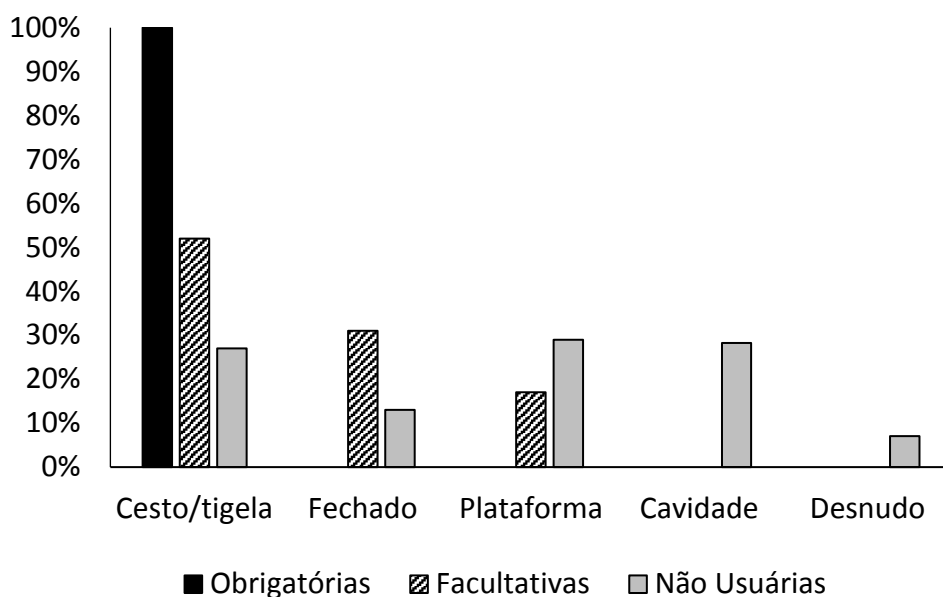


Figura 5. Distribuição percentual dos tipos de ninhos entre as espécies usuárias e não usuárias de líquens no Rio Grande do Sul, sul do Brasil.

À exceção do beija-flor-de-bico-curvo *Polytmus guainumbi* (Trochilidae), as usuárias obrigatórias habitam exclusivamente florestas (42%), bordas de floresta (34%) e savanas (21%), enquanto as usuárias facultativas predominam nesses mesmos habitats, mas coletivamente ocupam uma variedade consideravelmente maior de ambientes (Fig. 6).

Houve uma tendência de as espécies usuárias ocuparem os estratos superiores da vegetação, sobretudo entre as obrigatórias, mas a representatividade das espécies que ocupam o estrato inferior foi muito maior entre as facultativas, que também podem forragear ao nível do solo ou da água (Fig. 7).

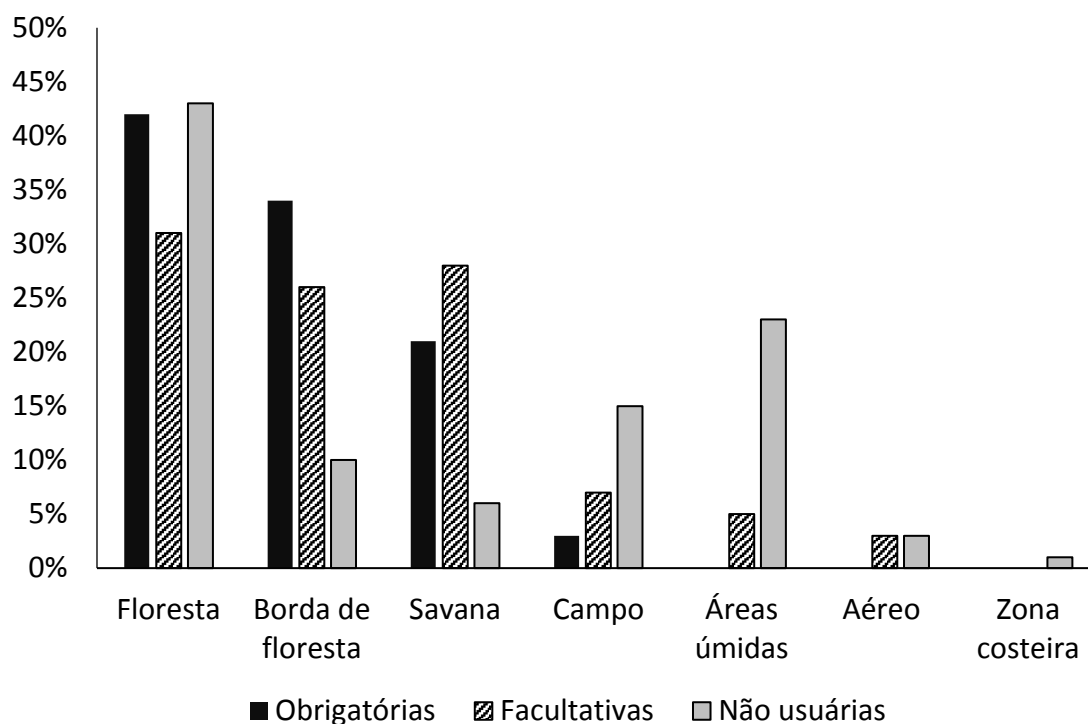


Figura 6. Percentual das espécies usuárias e não usuárias de líquens no Rio Grande do Sul, sul do Brasil, que ocupa cada tipo de habitat.

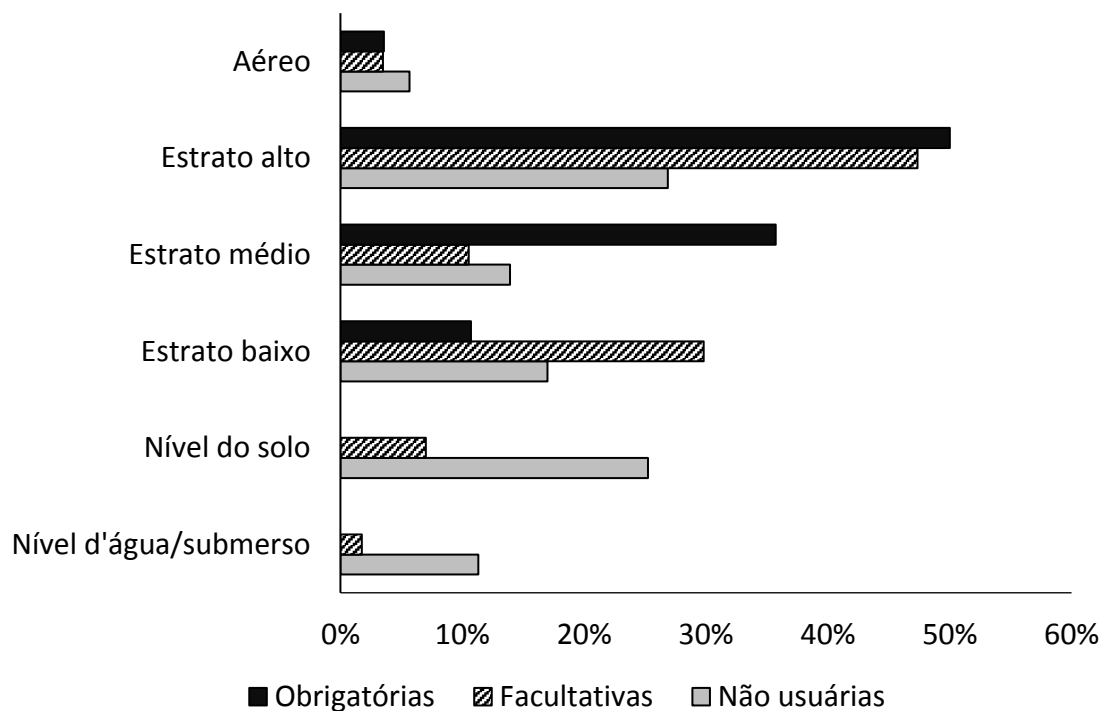


Figura 7. Percentual de espécies usuárias e não usuárias de líquens no Rio Grande do Sul, sul do Brasil, que ocupa cada estrato de forrageio.

Por fim, as usuárias obrigatórias consomem principalmente néctar (42,9%), invertebrados (21,4%) ou têm uma dieta onívora (32,1%), e foram particularmente bem representadas entre as espécies nectarívoras. Já as facultativas consomem principalmente invertebrados (51,7%), mas coletivamente apresentam dieta mais ampla, que inclui inclusive o hábito granívoro (10,3%; Fig. 8).

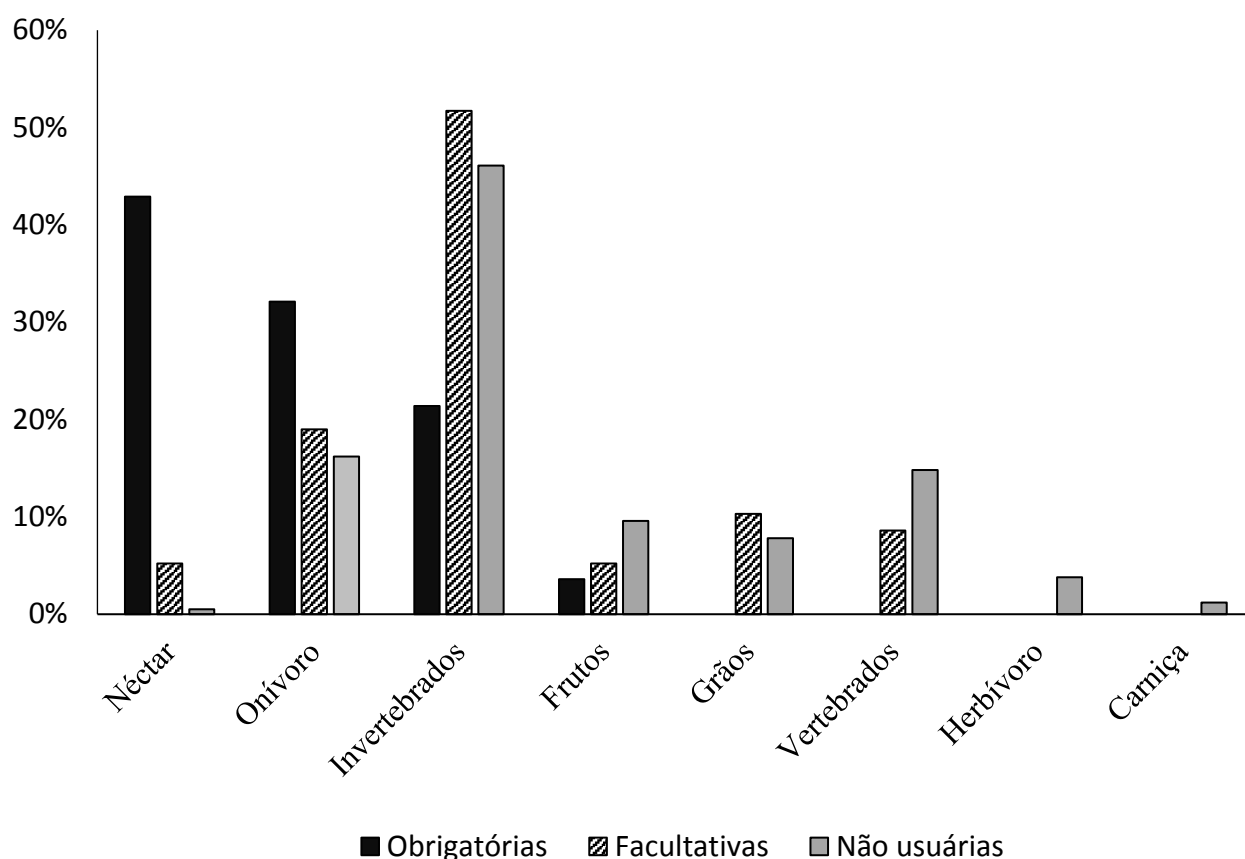


Figura 8. Percentual de espécies usuárias e não usuárias de líquens no Rio Grande do Sul, sul do Brasil, em cada categoria de dieta.

## Discussão

Este é o primeiro levantamento taxonomicamente abrangente (i.e., considerando todo o conjunto de espécies de uma região) sobre o uso de líquens para a construção de ninhos por aves na Região Neotropical. Embora o conhecimento disponível sobre a nidificação de

numerosas espécies neotropicais seja incipiente e o ninho de algumas delas sequer tenha uma descrição conhecida (é o caso de 10 espécies que nidificam no Rio Grande do Sul), o presente estudo mostra que uma parcela considerável (17%) da avifauna de uma zona de transição biogeográfica no sul do Brasil faz uso de líquens como material para construção do ninho. A base de dados construída pode ser expandida para abranger outros setores do Neotrópico e também de outras regiões biogeográficas que tenham sua avifauna reprodutiva relativamente bem conhecida, o que eventualmente permitirá estudos comparativos em escala de regiões ecológicas, unidades biogeográficas, ecossistemas ou mesmo comunidades. O presente estudo também pode auxiliar em pesquisas mais específicas que busquem testar hipóteses sobre as funções dos líquens nos ninhos, o processo de seleção dos materiais de construção pelas aves e o papel do aprendizado nas decisões envolvidas na construção do ninho, assim como sobre os possíveis benefícios dessa interação ecológica para os líquens.

Embora a existência de uma relação de dependência não tenha sido demonstrada, as evidências permitem supor que a utilização de líquens pelas usuárias obrigatórias é estereotipada e tem função adaptativa, e que elas se especializaram no uso desse recurso. Portanto, é provável que, na falta de líquens, essas espécies sofram uma redução em suas taxas reprodutivas. Já as usuárias facultativas aparentemente usam líquens como uma resposta idiossincrática dos indivíduos a condições ambientais específicas e/ou à disponibilidade de recursos. Ainda que os líquens sejam adicionados de forma intencional aos ninhos, não há evidências de que a sua falta possa afetar significativamente as taxas reprodutivas dessas espécies.

As correlações de Mantel aqui realizadas não recuperaram um sinal filogenético na distribuição do uso de líquens entre as espécies analisadas. Isso reforça a hipótese de que o uso de líquens por espécies de aves não aparentadas é resultado de evolução convergente (Collias & Collias 1984) e, portanto, que este comportamento evoluiu múltiplas vezes entre as aves.



Contudo, é provável que o sinal filogenético seja rastreável ao nível de família ou subfamília. Por exemplo, entre os Tyrannidae, o uso obrigatório de líquens está presente em duas das quatro subfamílias representadas no Rio Grande do Sul e caracteristicamente concentrado em gêneros próximos como *Elaenia* + *Myiopagis* e *Phyllomyias* + *Tyranniscus* (Elaeniinae). Trochilidae apresenta altíssima proporção de espécies usuárias obrigatórias, com pouquíssimos representantes entre os não usuários, o que obviamente reflete o histórico evolutivo comum dos táxons desse grupo morfológicamente muito homogêneo.

As análises também confirmam que o tamanho influencia na probabilidade de uso de líquens. Espécies que pertencem a famílias de aves de menor porte têm maior probabilidade de serem usuárias de líquens. Há a expectativa de que o uso de líquens na camada externa do ninho como estratégia para torná-lo menos visível a predadores seja mais comum em ninhos de aves pequenas do que em ninhos de aves grandes, pois o desafio de garantir segurança aos ovos e filhotes é potencialmente maior entre espécies de pequeno porte (Collias 1964, Hansell 2000, Mainwaring et al. 2014). Além disso, aves maiores precisam construir ninhos maiores, nos quais estratégias de camuflagem seriam pouco efetivas, e têm mais possibilidades de afastar predadores pela defesa ativa do ninho (Hansell 2000). Isso também possivelmente reflete a maior habilidade de aves menores para a coleta e incorporação de itens delicados em seus ninhos (Collias 1964).

O presente estudo também mostrou que todas as espécies usuárias obrigatórias e mais da metade das usuárias facultativas constroem ninhos abertos do tipo cesto/tigela. A exposição do ninho pode explicar a alta incidência do uso de líquens entre as espécies que constroem ninhos desse tipo. Existem fortes evidências de que ninhos abertos de aves altriciais sofrem maior predação do que ninhos fechados, pois nestes últimos o conteúdo permanece oculto (Auer et al. 2007). Assim, é possível supor que aves que constroem ninhos do tipo cesto/tigela se beneficiem mais de mecanismos de ocultação, como a adição de líquens às paredes externas

do ninho para que este se confunda com o fundo ou com o galho suporte, do que aves que fazem ninhos de outros tipos (Hansell 2000).

Como esperado, os ambientes com maior presença de substratos para líquens, como florestas, bordas de florestas e savanas, abrigam a maioria das espécies usuárias. No presente estudo não foram identificadas espécies usuárias em zonas costeiras e poucas ocupam ambientes muito úmidos ou excessivamente abertos, como campos, que em geral são pobres em forófitos.

Salvo a alta incidência de nectarívoros entre as espécies usuárias obrigatórias, a relação da dieta com o uso de líquens foi menos óbvia do que com os demais atributos analisados. Isso pode se dever ao fato de que os itens alimentares consumidos por uma espécie não tenham correlação direta com o uso de líquens. Em geral, há pouca relação entre a morfologia do bico das aves e a técnica de construção do ninho, pois o bico e outros aspectos da anatomia desses organismos são moldados preponderantemente como ferramentas para a alimentação (Hansell 2000). Contudo, a técnica de forrageio pode ter uma relação maior com o uso de líquens, pois a coleta de líquens e/ou sua incorporação ao ninho pode requerer um conjunto de determinadas aptidões morfológicas e comportamentais em comum com a detecção e coleta de certos tipos de alimento.

A interação ecológica entre aves e líquens ainda guarda muitos segredos a serem desvendados. É necessário ampliar e aprofundar o estudo dessa relação para melhor compreender a distribuição, as funções e a evolução do uso de líquens para a construção de ninhos pelas aves. Padrões muito mais complexos do que os atualmente imaginados podem estar envolvidos, requerendo uma visão mais ampla sobre o tema. Um exemplo particularmente intrigante é o fato de os ninhos de algumas espécies usuárias obrigatórias, como a guaracava-modesta *Sublegatus modestus*, poderem ser eles mesmos uma “extensão” do mecanismo de proteção conferido pela adição de líquens às paredes externas do ninho, pois o padrão críptico

de sua penugem natal produz o mesmo efeito visual que os líquens ao seu redor (Fig. 9). Essas e outras questões envolvendo o uso de líquens pelas aves oferecem um campo vasto de investigação envolvendo testes de hipóteses e experimentação.



Figura.9 Ninho de guaracava-modesta *Sublegatus modestus* fotografado em Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Foto: G. A. Bencke.

## **Agradecimentos**

A primeira pessoa que gostaria de agradecer é à minha mãe: Geraldina Pereira Garcia Gonçalves. Essa mulher maravilhosa foi quem mais me motivou a estudar desde cedo e foi a minha maior incentivadora a fazer o vestibular da UFRGS em 2013. Em geral, ela me transmitia muita positividade em relação à vida. Também foi responsável por despertar o meu olhar e atenção para o grupo das aves desde que eu era criança. Contava histórias fascinantes de diversas espécies de aves e outros animais em um fragmento de mata atlântica em Jaguaruna – SC, e sempre demonstrou uma admiração e curiosidade cativante pelos outros seres vivos. Toda vez que eu me estressava ou ficava triste, ela me convidava a parar tudo por um tempo e ir para o pátio de casa observar as aves. Infelizmente, ela não pôde me ver entrar na bolsa no setor de ornitologia na Fundação Zoobotânica do RS e nem acompanhou muitas conquistas que realizei nos últimos dois anos. Mas sei que carrego muito dela comigo e dedico este trabalho especialmente em sua memória.

Agradeço também ao meu pai, Baltazar Gonçalves, pelo incentivo de realizar os meus sonhos e, em muitos casos, a me incentivar a sonhar mais alto. Também agradeço a sua exigência para que eu sempre faça o meu melhor em várias questões da vida. Muitas realizações não seriam possíveis sem a presença dele no meu dia a dia, os sábios ensinamentos e a escuta ativa. A pessoa que mais confia em mim nesse mundo é também o homem mais importante da minha vida.

Agradeço o meu orientador da bolsa de IC no setor de ornitologia da Fundação Zoobôtanica do Rio Grande do Sul: Glayson A. Bencke, também coorientador deste trabalho de conclusão do curso. Sou grata por me ensinar conceitos técnicos da observação de aves, por viabilizar minha introdução na ciência como uma futura bióloga pesquisadora, por sempre me incentivar a buscar o melhor e a precisão em nossos trabalhos desenvolvidos; por me acalmar

do nervosismo antes das apresentações e me mostrar os acertos e falhas para o meu crescimento como profissional; por me trazer muitas respostas, mas também questionamentos que me mostraram em conjunto muitos caminhos para o meu futuro profissional.

Agradeço ao Cyro Menezes da Glória por me passar novos conhecimentos em relação ao comportamento das aves e o aproveitamento máximo de dados em campo, além da atenção para tirar minhas dúvidas. A sua dedicação em campo foi muito inspiradora, mostrando empenho independentemente de chuva, vento ou sol forte. Ele sempre ressaltou que podemos descobrir algo novo, já que a vida está acontecendo o tempo todo. Espero carregar um pouco desse legado comigo.

Agradeço à Fundação Zoobôtanica que, apesar das ameaças pelo processo de extinção, sempre manifestou apoio para a realização das minhas atividades da melhor e mais completa forma possível. Agradeço também aos demais pesquisadores, funcionários e bolsistas que sempre me trataram com respeito e também me auxiliaram para escolhas futuras, além de tirarem dúvidas e trocarem conhecimentos.

Agradeço ao professor Andreas Kindel, criador do PET – Biologia UFRGS, por me acolher como bolsista e entender minhas individualidades, ao mesmo tempo que auxiliou a superar a timidez que eu demonstrava na entrada do curso. Agradeço por me trazer o hábito de problematizar, questionar, expor opiniões e vencer inseguranças. Além de ser uma figura importante no início da minha jornada como futura bióloga, ele também participa do fim de uma etapa, me orientando neste trabalho de conclusão do curso.

Agradeço ao Guilherme Seger, do LEEF, pela parceria desenvolvida neste trabalho de conclusão, contribuindo com as análises que envolvem filogenia e também pelos bons conselhos sobre as possibilidades para o futuro após a conclusão do curso.

Agradeço às amigas e amigos que fiz antes de entrar na faculdade e me apoiaram desde sempre: aqueles que estão longe, mas graças à tecnologia ainda mantemos forte contato e aqueles que conheci ao longo da trajetória do curso, nos corredores do instituto de biociências, em salas de aula, em saídas de campo e outras atividades proporcionadas pela graduação. Sou imensamente grata, principalmente, pelos momentos rotineiros mais simples de felicidade que ajudaram a diminuir o meu estresse e ansiedade. Encontrar vocês depois de muito tempo sem vê-los ou por algum tempo curto durante um dia cheio de tarefas e compromissos é um grande presente e me traz energias positivas para continuar.

Agradeço à todas pessoas da família que, mesmo não podendo estar muito presentes por morarem longe, serem muito ocupados ou terem outras prioridades, sempre vibram e ficam felizes pelas minhas vitórias. Que torcem pela minha felicidade, muito obrigada!

Agradeço aos integrantes da ONG Curicaca, pela compreensão e pelos ensinamentos que me proporcionaram um melhor desenvolvimento de senso crítico, e também pela compreensão quando precisava utilizar o meu tempo para outras atividades.

A minha maior gratidão é dividir este espaço e tempo com todos vocês que foram citados nos agradecimentos. Desejo comemorar de algum modo com cada pessoa que se identificou nessas simples palavras, e celebrar não apenas a conclusão deste trabalho, mas também a presença e o carinho que vocês me proporcionam.

**Literatura citada:**

- Azevedo, M. A. G. & Di-Bernardo, M. (2005) História natural e conservação do gavião-tesoura, *Elanoides forficatus*, na Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil, *Ararajuba* 13 (1): 81-86.
- Azpiroz, A. B.; Isacch, J. P.; Dias, R. A.; Di Giacomo, A. S.; Fontana, C. S. & Palarea, C. M. 2012. Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review. *Journal of Field Ornithology* 83:217-246.
- Auer, S.K.; Bassar, R.D.; Fontaine, J.J. & Martin, T.E. 2007. Breeding biology of Passerines in a subtropical montane forest in northwestern Argentina. *The Condor*, 109:321-333.
- Bailey, I. E., F. Muth, K. Morgan, S. L. Meddle & S. D. Healy. 2015. Birds build camouflaged nests. *The Auk* 132:11–15.
- Belton, W. 1985. Birds of Rio Grande do Sul, Brasil, Part 2. Formicariidae Through Corvidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Volume 180: Article 1. New York: 1985.
- Belton, W. 1994. Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia. São Leopoldo: Unisinos. 584 p.
- Breen, A. J., L. M. Guillette, and S. D. Healy. 2016. What can nest-building birds teach us? *Comparative Cognition & Behavior Reviews* 11:83-101. doi: 10.3819/ccbr.2016.110005
- Chatellenaz, M. L. & Ferraro, L. I. 2000. Materiales vegetales y fúngicos en nidos de aves del noreste Argentino y Paraguaio. *Corrientes, Argentina. Facena*, Vol. 16.. 103-119.

Chatellenaz, M. L. & L. I. Ferraro. 2007. Usnea y Ramalina en la construcción de nidos de *Parula pitiayumi* (Aves, Parulidae): ¿sostén estructural o defensa contra parásitos? *Kurtziana* 33(2):49-54.

Collias, N. E. 1964. The evolution of nests and nest-building in birds. *American Zoologist* 4:175-190.

DE LA PEÑA MR (2013) Nidos y reproducción de las aves argentinas. Ediciones Biológica. Serie Naturaleza, Conservación y Sociedad N° 8. Santa Fe, Argentina. 590 pp.

Deeming, D.C. and Biddle, L.E. (2015) Thermal properties of bird nests depend on air-gaps between the materials. *Acta Ornithol.*, 50, 121–125.

Hansell, M. H. 2000. Bird nests and construction behaviour. Cambridge, Cambridge University Press. 264 pp.

Healy, S. D., K. V. Morgan & I. E. Bailey. 2015. Nest construction behaviour. Pp. 16–28 In: Deeming, D. C. & S. J. Reynolds (eds). *Nests, eggs, and incubation: new ideas about avian reproduction*. Oxford: Oxford University Press.

Honda, N. K. 1998. A química dos líquens. *Química Nova*, 21(6). 16 p.

Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.

Debastiani, V.J. & Duarte, L.. *Evol Biol* (2017) 44: 135. <https://doi.org/10.1007/s11692-016-9396-1>



Deeming, D. C., M. C. Mainwaring. 2015. Functional properties of nests. Pp. 29–49 In: Deeming, D. C. & S. J. Reynolds (eds). Nests, eggs, and incubation: new ideas about avian reproduction. Oxford: Oxford University Press.

Di Giacomo, A. G. (2005) Aves de la Reserva El Bagual, p. 203-465. Em: A. G. Di Giacomo e S. F. Krapovickas (eds.) Historia natural y paisaje de la Reserva El Bagual. Provincia de Formosa, Argentina. Buenos Aires: Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata (Temas de Naturaleza y Conservación – Monografía de Aves Argentinas nº 4

Ibañez, L. M., R. A. García, V. D. Fiorini & D. Montalti. 2018. Lichens in the nests of European starling *Sturnus vulgaris* serve a mate attraction rather than insecticidal function. Turkish Journal of Zoology 42: 316-322. doi:10.3906/zoo-1710-3

Kight, C. 2010. Nest-building in the material world: How birds choose construction supplies. Compass 24(2):1-3.

Maurício, Giovanni N.; BENCKE, GLAYSON ARIEL ; REPENNING, MÁRCIO ; MACHADO, DIOGENES BORGES ; Dias, Rafael A. ; Bugoni, Leandro . Review of the breeding status of birds in Rio Grande do Sul, Brazil. Iheringia. Série Zoologia (Impresso), v. 103, p. 163-184, 2013.

Mainwaring, M. C., I. R. Hartley, M. M. Lambrechts & D. C. Deeming. 2014. The design and function of birds' nests. Ecology and Evolution 20(4): 3909–3928. doi: 10.1002/ece3.1054

M.H. Hansell (1996) The function of lichen flakes and white spider cocoons on the outer surface of birds' nests. Journal of Natural History, 30:2, 303-311, DOI: 10.1080/00222939600771181

Nash, T. H. 1996. Lichen Biology. Cambridge University Press. Great Britain. 4-5.

FRANZ, Ismael et al. Quatro décadas após Belton: uma revisão de registros e evidências sobre a avifauna do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. 2018, vol.108, e2018005. Epub Apr 05, 2018.

Farnsworth, A., Lebbin, D. & Kirwan, G.M. (2018). Common Vermilion Flycatcher (*Pyrocephalus rubinus*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from <https://www.hbw.com/node/57383> on 30 November 2018).

Inhering, H. von, 1900 - *Catalogo critico-comparativo dos ninhos e ovos das aves do Brasil*. *Rev. Mus. Pau.* 4: 191-300, 25 figs.

Isler, M. L. & Isler, P. R. 1987. *Tanagers: natural history, distribution and identification*. Washington, Smithsonian Institution. 404p.

Jetz, W., G. H. Thomas, J. B. Joy, K. Hartmann, and A. O. Mooers. 2012. The global diversity of birds in space and time. *Nature* 491 :444-448.

Narosky, T. & Salvador, S. 1998. *Nidificación de las aves argentinas. Tyrannidae*. Buenos Aires, Asociación Ornitológica del Plata. 135p.

*Plant-animal interactions: an evolutionary approach* Herrera, C. M. and Pellmyr, O. (Editors) 2002. *Plant-animal interactions: an evolutionary approach*. Blackwell Science, Oxford, U.K. 313 pp.

Parker, T. A., III, D. F. Stotz & J. W. Fitzpatrick 1996. *Ecological and distributional databases*. Pp. 118-436. In D. F. Stotz, J. W. Firtzpatrick, Parker III & D. K. Moskovitz. *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago: University of Chicago Press.

Quintana, R.D.; Cirelli, V.; Benitez, O. 2001. Nest materials of skuas and Kelp Gulls at Cierva Point, Antarctic Peninsula. *Notornis* 48(4): 235-241

Sick, H., 1997. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira. 912 pp.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria

R Foundation for Statistical Computing, , 2018. Disponível em: <http://www.r-project.org/>.

Simon, J. E. & Pacheco, S. (2005). On the standardization of nest descriptions of Neotropical birds. *Revista Brasileira de Ornitologia* 13(2):143-154.

Schuetz, J. G. 2004. Common waxbills use carnivore scat to reduce the risk of nest predation. *Behavioral Ecology* vol. 16 n° 1. 133-137.

Seaward, M. R. D. Lichens in air-polluted environments: multivariate analysis of the factors involved. IN: *Proceedings of the Kuopio Meeting on Plant Damages Caused by Air Pollution*. Kuopio, 1977. 57-63 p.

Serié, P.; Smyth, C. H. (1923) Notas sobre aves de Santa Elena (E. Ríos). *Hornero* 003 (01) : 037-055.

Wilman et al. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. *Ecology* 95:2027