

**ORLANDO VITOR VITAL**

**USO E OCUPAÇÃO DO HÁBITAT POR *Callithrix* spp. EM REMANESCENTES DE  
MATA ATLÂNTICA NA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS**

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

Orientadora: Fabiana Cristina S. A. de Melo  
Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo  
Rodrigo Lima Massara

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2020**

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

T

V836u  
2020  
Vital, Orlando Vitor, 1993-  
    Uso e ocupação do hábitat por *Callithrix* spp. em  
    remanescentes de Mata Atlântica na microrregião de Viçosa,  
    Minas Gerais / Orlando Vitor Vital. – Viçosa, MG, 2020.  
    45 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.21-24.

1. Primatas - Proteção. 2. Animais - Proteção. 3. Paisagem.  
4. Detecção. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento  
de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia  
Animal. II. Título.

CDD 22. ed. 599.84

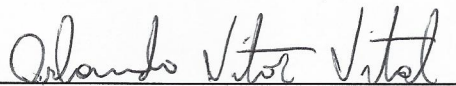
ORLANDO VITOR VITAL

USO E OCUPAÇÃO DO HÁBITAT POR *Callithrix* spp. EM REMANESCENTES DE  
MATA ATLÂNTICA NA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS

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

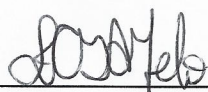
APROVADA: 28 de fevereiro de 2020.

Assentimento:



Orlando Vitor Vital

Autor



Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo

Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, que tanto me incentivaram e me deram um suporte imprescindível durante toda a vida.

A Juliana, na qual passamos juntos, e continuamos passando, pelos altos e baixos do começo da vida adulta. Sem seu suporte, seus conselhos, seu carinho e sua atenção, nada disso teria sido feito.

Ao Fabiano e a Fabiana, que me orientaram durante toda essa empreitada e não mediram esforços para que o projeto desse certo, mesmo em momentos que parecia que não ia dar, não deixaram de me incentivar. Muito obrigado pelos conselhos, oportunidades e choques de realidade durante esses dois anos de mestrado.

Ao Rodrigo Massara, orientador que aguentou minhas montanhas de perguntas e respondeu a todas elas pacientemente, meu muito obrigado.

Ao Rodolfo Sarcinelli, por ter me ajudado de maneira imprescindível nas análises espaciais e tudo relacionado ao geoprocessamento, nada disso teria saído do lugar sem sua ajuda.

Ao pequeno exército que hoje compõe o CCSS, vocês sabem que sem a ajuda de vocês, nada teria ficado pronto. Obrigado por terem me aguentado em campo, suportado meus surtos de stress e as piadas sem graça. Um obrigado especial ao Natan, Lari, Sari, Samuel, Nandinha esses me aguentaram mais do que o necessário.

Ao Museu de Zoologia João Moojen, por ter cedido o carro para a maioria de nossas campanhas.

A todos os senhores e senhoras que tanto nos acolheram em suas propriedades rurais e não mediram esforços para que pudéssemos colher nossos dados.

À banca, por ter aceitado participar da minha defesa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos para a execução deste trabalho.

*“A história florestal corretamente entendida é, em todo planeta, uma história de exploração e destruição. O homem reduz o mundo natural à ‘paisagem’ – entornos domesticados, aparadados para se adequarem a algum uso prático ou à estética convencional – ou também o que é mais assustador, a ‘espaço’ – planícies desertas aplainadas a rolo compressor e sobre as quais o extremo do narcisismo da espécie se consagra em edificações. **As intervenções humanas quase nunca realizam as expectativas humanas.** Seus campos se emprobecem, seus pastos se tornam magros e lenhosos, suas cidades entram em colapso. O mundo natural, simplificado, em desacordo com os desejos humanos mas em resposta a seus atos, converte-se em uma enorme macega cosmopolita de luto.”*

**Warren Dean**

*“A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira”*

## RESUMO

VITAL, Orlando Vitor, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Uso e Ocupação do Hábitat por *Callithrix* spp. em Remanescentes de Mata Atlântica na Microrregião de Viçosa, Minas Gerais.** Orientadora: Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo. Coorientadores: Fabiano Rodrigues de Melo e Rodrigo Lima Massara.

O sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*), primata da família Callitrichidae, endêmico da Mata Atlântica, ocorre nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. A microrregião de Viçosa, na Zona da Mata mineira, está inserida na extensão de ocorrência desta espécie. Esta região padece de grave problema ecológico ocasionado pela introdução de espécies alóctones do mesmo gênero, oriundas de várias partes do Brasil. A espécie nativa não era registrada na região desde a década de 90, tendo sido reencontrada novamente em Viçosa em 2017. Com o auxílio da técnica de *playback* e modelos de ocupação, o presente trabalho teve como objetivo identificar se a cidade de Viçosa atuou como um centro dispersor das espécies invasoras, além de apontar se covariáveis de classes florestais (mata nativa, mata nativa em estágio inicial de regeneração e reflorestamento) extraídas da classificação do uso dos solos, poderiam ter favorecido a ocupação destas espécies nos fragmentos amostrados. Ademais, era esperado que a probabilidade de detecção de grupos de (*Callithrix* spp.) fosse inversamente proporcional ao tamanho do fragmento. Dos 39 fragmentos amostrados, foram encontrados 26 grupos das espécies invasoras e seus híbridos; e 1 grupo misto, apresentando indivíduos de *Callithrix aurita* e *Callithrix* sp. Nenhum grupo formado apenas pela espécie *C. aurita* foi encontrado. Além disso a probabilidade de ocupação foi estimada em 0.93, enquanto que a probabilidade de detecção em cada um dos pontos amostrados nos fragmentos foi de 0.12. Nenhuma das variáveis analisadas apresentou maior suporte do que o modelo nulo, não demonstrando relação direta com a distribuição de *Callithrix* spp. nos fragmentos amostrados.

**Palavras-chave:** Análise da paisagem. Conservação. Hibridação. Antropização. Detecção imperfeita.

## ABSTRACT

VITAL, Orlando Vitor, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2020. **Habitat Use and Occupation by *Callithrix* spp. in Remnants of the Atlantic Forest in the Viçosa Microregion, Minas Gerais, Brazil.** Advisor: Fabiana Cristina Silveira de Melo. Co-Advisors: Fabiano Rodrigues de Melo and Rodrigo Lima Massara.

The buffy-tufted-ear marmoset (*Callithrix aurita*) (Primates, Callitrichidae), is a neotropical monkey endemic to the Atlantic Forest, which occurs in the states of São Paulo, Minas Gerais and Rio de Janeiro. The microregion of Viçosa, in the state of Minas Gerais, is part of the extent of occurrence of this species and suffers a serious ecological problem caused by introduction of alien species of the *Callithrix* genus, from different parts of Brazil. The native species had been found in Viçosa in 2017, after two decades without any record. With the aid of the playback census and occupation models, the present work aimed to identify whether the city of Viçosa acted as a dispersor center of invasive species, in addition to pointing out whether covariates of forest classes (native forest, native forest in regeneration stage and eucalyptus fields), extracts from land use classification favor the occupation of these species in the sampled fragments. Furthermore, it is expected that the detection probability of groups of *Callithrix* spp. is inversely proportional to the fragment size. Of the 39 fragments sampled, 26 groups of invasive species and their hybrids were found, and only 1 group presenting individuals of *Callithrix aurita* and *Callithrix* sp., forming a mixed group. No group formed by the native species was found. In addition, the probability of occupation was estimated at 93% and the probability of detection at sampled fragments and 12% of groups of *Callithrix* sp. in the each playback point. None of the analyzed variables showed greater support than the null model, showing no direct relationship with the distribution of these animals in the sampled fragments.

**Keywords:** Landscape analysis. Conservation. Hybridization. Anthropization. Imperfect detection.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	11
2.1 <i>Área de estudo</i> .....	11
2.2 <i>Delineamento Amostral</i> .....	11
2.3 <i>Análise da Paisagem</i> .....	12
2.4 <i>Modelagem das probabilidades de uso (<math>\psi</math>) e detecção (<math>p</math>) de <i>Callitrix</i> spp.</i> .....	13
<b>3 RESULTADOS</b> .....	15
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	16
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	20
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21
<b>APÊNDICE A</b> .....	25
<b>APÊNDICE B</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A família Callitrichidae abriga os menores primatas neotropicais, os quais se destacam dentre outros grupos de primatas por peculiaridades como a gestação de gêmeos e adaptações para locomoção vertical em estratos florestais (RYLANDS et al., 2000; SUSSMAN; KINZEY, 1984). Dentre os representantes deste grupo, está o gênero *Callithrix*, composto por seis espécies de saguis não-amazônicos (*Callithrix jacchus*, *C. geoffroyi*, *C. penicillata*, *C. kuhlii*, *C. aurita* e *C. flaviceps*), distribuídos parapatricamente por todo o leste brasileiro (MENDES, 1997; RYLANDS et al., 2000; RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009).

Os limites entre as distribuições do gênero *Callithrix* foram moldados por padrões biogeográficos que permitiram a especiação dos seis táxons atualmente reconhecidos, e suas distribuições apresentam faixas estreitas de hibridação natural (MENDES, 1997). Apesar dos táxons serem reconhecidos como espécies, cruzamentos interespecíficos produzem formas híbridas férteis, aqui considerados como *Callithrix* sp. (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1973; MALUKIEWICZ, 2019; RYLANDS et al., 2000). Nas últimas décadas, intervenções antrópicas promoveram a ruptura das barreiras biogeográficas antes existentes e algumas espécies do gênero foram introduzidas na extensão de ocorrência de outras (CARVALHO et al., 2018; MITTERMEIER et al., 1982; RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009; SILVA et al., 2018).

O gênero *Callithrix* possui uma alta taxa reprodutiva, onde fêmeas dominantes podem chegar a reproduzir duas vezes por ano (PORTER; GARBER, 2009). A dispersão das espécies invasoras pela extensão de ocorrência das espécies nativas aliada à sua alta taxa reprodutiva pode promover uma série de distúrbios ecológicos, dentre os quais destacam-se a exclusão competitiva, a introgressão gênica, a erosão genética, e a diminuição ou extinção da população nativa em escala regional. (CARVALHO et al., 2018; MITTERMEIER et al., 1982; RYLANDS; MITTERMEIER, 2009; SILVA et al., 2018).

*Callithrix aurita*, conhecido popularmente como ‘sagui-caveirinha’ ou ‘sagui-da-serra-escuro’ é uma espécie endêmica da Mata Atlântica, com distribuição em parte do estado de São Paulo, Rio de Janeiro e nas porções sul e sudeste de Minas Gerais (MUSKIN, 1984; RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009). A espécie

naturalmente apresenta baixa densidade em toda sua área de distribuição, sendo difícil de ser encontrada (COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 1973; MUSKIN, 1984). *Callithrix aurita* está incluída na categoria 'em perigo' (EN) pelo Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção (MELO et al., 2018) e pela IUCN (MELO et al. 2019) e, recentemente foi inserida na lista das 25 espécies de primatas mais ameaçadas do planeta (CARVALHO et al., 2019). Dentre as principais ameaças para a espécie, destacam-se a invasão de congêneres alóctones e a fragmentação da Mata Atlântica na sua extensão de ocorrência (CARVALHO et al., 2018; FUZESSY et al., 2014; MITTERMEIER et al., 1982; SILVA et al., 2018).

A Mata Atlântica é composta por uma variedade de fitofisionomias florestais que originalmente cobriam cerca de 150 milhões de hectares no leste do continente sul-americano. Após cinco séculos de exploração, o domínio foi reduzido para aproximadamente 11,7% de sua cobertura original, sendo fracionado em mais de 250 mil fragmentos, dentre os quais a grande maioria (83,4%) é menor que 50 hectares e apenas 9,3% da área está inserida em unidades de conservação (DEAN, 1996; RIBEIRO et al., 2009).

O processo de fragmentação de matas tropicais como a Mata Atlântica pode afetar as populações de primatas residentes distribuindo-as aleatoriamente em fragmentos de tamanhos variados. Devido ao tamanho dos fragmentos remanescentes e outros fatores, as espécies ali presentes podem sofrer uma queda populacional drástica e até mesmo a extinção local (MARSH, 2003). Pequenos fragmentos florestais são suscetíveis a efeitos de borda, de modo que a matriz que os envolve é determinante nos processos ecológicos que ali ocorrem (RIBEIRO et al., 2009; UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008). A matriz antrópica tende a diminuir as chances de movimentação e dispersão de inúmeras espécies, entretanto, algumas espécies florestais em ambientes fragmentados podem fazer uso de *stepping-stones* além da disposição espacial da matriz para alcançar outros fragmentos, como uma forma de suplementação e/ou complementação do hábitat (DUNNING; DANIELSON; PULLIAM, 1992).

O termo paisagem é definido como um território modificado antropicamente que é delimitado de acordo com o processo ou espécie de interesse (ARROYO-RODRÍGUEZ; MANDUJANO, 2009). Para os primatas, ambientes antropizados

geralmente favorecem espécies generalistas, as quais utilizam componentes da matriz que podem ser uma barreira para as espécies especialistas de hábitos florestais (MARSH, 2003). Essa discrepância tende a afetar a sobrevivência das últimas, mesmo quando esta relação se dá entre espécies filogeneticamente próximas (UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008; UMETSU; PARDINI, 2007). O entendimento da paisagem e como ela influencia a ocupação de espécies endêmicas, e não somente os fragmentos onde as espécies habitam, faz-se essencial na elaboração de projetos de conservação. Dessa forma, leva-se em consideração o estabelecimento e a expansão de ambientes antrópicos em torno de áreas naturais que originalmente são o habitat destas espécies (DA SILVA et al., 2015; MARSH, 2003; UMETSU; METZGER; PARDINI, 2008; UMETSU; PARDINI, 2007)

O processo de ocupação de fragmentos de Mata Atlântica por espécies alóctones do gênero *Callithrix* e suas formas híbridas é um problema ecológico que tem resultado no alarmante declínio populacional de *C. aurita*, que foi estimado em 50% nos últimos 18 anos em toda sua extensão de ocorrência (MELO et al., 2019). A cidade de Viçosa (MG), apresenta um longo histórico de invasão de indivíduos de *Callithrix* sp. na cidade e em matas adjacentes (FUZESSY et al., 2014; SILVA et al., 2018). Atualmente as espécies alóctones e suas formas híbridas ocuparam inúmeros fragmentos da região, sendo que pouquíssimos indivíduos de *C. aurita* foram encontrados em fragmentos amostrados no município (VITAL, 2017).

Utilizamos modelos de ocupação em conjunto com buscas ativas (*playback*) para avaliar os fatores influenciadores da probabilidade de ocupação de *Callithrix* sp. e *C. aurita* na microrregião de Viçosa. Esperaríamos uma correlação negativa entre a distância da cidade de Viçosa e a presença de *Callithrix* sp. devido ao seu histórico de introdução e hibridação acima citados. Além disso espera-se que a probabilidade de ocupação por grupos de *Callithrix* spp. (*i.e.*, todos os táxons do gênero *Callithrix*) apresente uma correlação positiva com a porcentagem de mata nativa e a conectividade entre classes florestais nas paisagens amostradas, devido às suas preferências de habitats (RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009; SUSSMAN; KINZEY, 1984). Do mesmo modo, avaliamos se o tamanho do fragmento influenciaria a probabilidade de detecção de *Callithrix* sp. e *C. aurita*. Nossa hipótese é de que exista uma correlação negativa entre o tamanho do fragmento e a

probabilidade de detecção, uma vez que em fragmentos maiores os grupos estariam mais dispersos e assim mais difíceis de serem detectados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na microrregião de Viçosa, no norte da Zona da Mata, sudeste do estado de Minas Gerais, Brasil. A região sofreu grandes perturbações antrópicas no passado, quando era formada por um contínuo de Mata Atlântica que se estendia do Vale do Paraíba do Sul à bacia do Rio Doce. Se antes a região era predominantemente ocupada por Mata Atlântica, atualmente constitui-se em um complexo mosaico formado por cidades de pequeno e médio porte, entremeadas por uma zona rural composta predominantemente por pequenas propriedades com cultivos principalmente de café, milho e eucalipto, além de pastagens (MELO, 2006). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Subtropical Úmido (Cwa), com verões quentes e invernos secos (ALVARES et al., 2013).

### 2.2 Delineamento amostral

Foram criados três *buffers* (*i.e.*, 10km, 20km, e 30 km) a partir da zona urbana de Viçosa (MG). Os *buffers* foram divididos em quadrantes, formando 12 polígonos e em cada polígono foi escolhido aleatoriamente um fragmento para cada uma das quatro classes de tamanho definidas: 1) < 50ha; 2) ≥ 50ha e <100ha; 3) ≥ 100ha e < 200ha e 4) ≥ 200ha. Os fragmentos foram extraídos do *shapefile* “Remanescentes de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais”, disponibilizado pela “Fundação SOS Mata Atlântica” (SOS MATA ATLANTICA, 2016). Os *buffers* abrangeram uma área de 3.019 km<sup>2</sup> cobrindo 23 municípios da região, dentre os quais 14 tiveram fragmentos selecionados pela amostragem.

A coleta de dados foi realizada a partir da borda dos fragmentos, utilizando-se da metodologia de busca ativa por *playback* em pontos aleatórios gerados com a ferramenta *Random Points*, disponível no software ArcGIS 10.5 (ESRI, 2019). Não foram amostrados pontos no interior dos fragmentos devido à inacessibilidade ao interior da maioria dos fragmentos. Os pontos amostrados respeitaram, entre si, uma

distância mínima de 300 metros, a fim de minimizar uma falta de independência entre os registros de ocorrência de *Callithrix* spp. No intuito de estabelecer uma proporção correta para a quantidade de pontos amostrados em fragmentos com tamanhos variáveis, estabeleceu-se um padrão no qual o número de pontos variou de acordo com o tamanho do perímetro do fragmento, dividindo-se este por 300 (distância mínima, em metros, entre os pontos) e então dividindo o resultado por 2. Em cada ponto foram executadas três sessões de *playback* espaçadas por dois minutos. Uma caixa acústica multifuncional bluetooth HF-Q3 foi utilizada para efetuar *long-calls* de *Callithrix aurita*, obtidas anteriormente de um grupo da espécie na região. *Long-calls* são vocalizações utilizadas pelo gênero *Callithrix* para uma variedade de comportamentos (*i.e.* localização intergrupar) (EPPLÉ, 1968; MENDES 2009)

As coletas foram efetuadas em duas campanhas (agosto e setembro de 2018; maio a setembro de 2019), iniciando-se as primeiras sessões de *playback* entre 6:00 – 8:00hrs e finalizando por volta das 12:00hrs. Cada ponto foi visitado apenas uma vez em todo o estudo, descartando-se os pontos situados em regiões de difícil acesso e onde não foi permitida a entrada da equipe.

### 2.3 Análise da paisagem

A partir do perímetro de cada fragmento foi criado um *buffer* de 300 m a fim de cobrir uma distância que potencialmente poderia ser percorrida por saguis em áreas de matriz não-florestal (RYLANDS, 1993). Utilizamos a área do fragmento, além da área do *buffer* (*i.e.*, unidade amostral) para a análise de cobertura vegetal e uso do solo, utilizando classes de solo pré-determinadas (GEOBASES, 2012).

**Tabela 1:** Lista de classes utilizadas para a classificação da matriz associada a cada fragmento amostrado.

<b>Classe</b>	<b>Código</b>	<b>Legenda</b>
Mata Nativa	1	MN
Mata Nativa em Estágio de Regeneração	2	EI
Brejo	3	B
Macega	4	Ma
Afloramento Rochoso	5	AR
Reflorestamento	6	RE
Cultivo Agrícola	7	CA
Pastagem	8	PA
Massa D'Água	9	MD
Área Edificada	10	AE
Outros	11	O

Para a classificação das classes de vegetação foram utilizadas imagens criadas pela DigitalGlobe® disponíveis no software ArcMap, na opção *Basemap* (ESRI 2019). Foram analisadas as seguintes métricas das paisagens (i.e., fragmento + *buffer* de 300m): 1) Distância (em metros) do centroide de cada fragmento amostrado ao centro de Viçosa (DV); 2) a área de cada fragmento amostrado (TA); 3) a porcentagem de mata nativa em cada paisagem amostrada (P\_MN); 4) o índice de conectância (CONNECT) (MCGARIGAL, 2015) da classe “Mata Nativa” (C\_MN); 5) o índice de conectância da classe “Mata Nativa em Estágio de Regeneração” (C\_EI) e; 6) o índice de conectância da Classe “Reflorestamento” (C\_RE). Utilizou-se para o cálculo das métricas os *softwares* *Fragstats* (MCGARIGAL; MARKS, 1995) e ArcGIS 10.5 (ESRI, 2019). Realizou-se um teste para se avaliar a correlação entre as variáveis selecionadas e não houve uma forte correlação entre elas ( $|r| \geq 0.70$ ).

#### 2.4 Modelagem das probabilidades de ocupação ( $\psi$ ) e detecção ( $p$ ) de *Callithrix* spp.

A não-detecção de indivíduos de *Callithrix* spp. nos fragmentos amostrados não significa que tais espécies estejam ausentes, mas apenas que elas não foram detectadas pela metodologia utilizada. A fim de evitar vieses estatísticos, foi utilizado um método em que os dados de presença e ausência coletados levam em consideração a detecção imperfeita (i.e., probabilidade  $< 1$ ), ou seja, considera que as espécies-alvo podem ocorrer nos fragmentos amostrados mesmo que não tenham sido detectadas em campo (MACKENZIE et al., 2002).

A probabilidade de ocupação ( $\Psi$ ) foi definida como a probabilidade de um fragmento estar ocupado por indivíduos de *Callithrix* spp., enquanto que a probabilidade de detecção ( $p$ ) foi definida como a probabilidade de detectar *Callithrix* spp. no ponto de *playback*  $i$  (ocasião de amostragem), dado que o fragmento amostrado estava ocupado por *Callithrix* spp.. Em uma matriz binária, foi contabilizado quando *Callithrix* spp. era registrado (1) ou não (0) em cada um dos pontos de *playback* de cada fragmento. Além dos registros obtidos por *playback*, foram classificados como registros oportunos as observações diretas de indivíduos de *Callithrix* spp. ocasionais, sendo considerados somente quando realizados na mesma área onde foram realizados os *playbacks* e durante o período amostral (MACKENZIE et al., 2002).

A matriz resultante foi então importada para o Programa MARK (WHITE; BURNHAM, 1999) onde utilizou-se o modelo *single-season* (MACKENZIE et al., 2002) para a análise dos dados. Para modelar a probabilidade de ocupação ( $\psi$ ) foram utilizadas as métricas: 1) DV, para estimar se a distância de Viçosa é correlacionada negativamente com a ocupação de *Callithrix* spp.; 2) P\_MN afim de identificar se existe uma correlação positiva entre a ocupação de *Callithrix* spp. e a porcentagem de mata nativa na paisagem, e 3) os índices de conectância (C\_MN, C\_EI e C\_RE), para mensurar se há uma correlação positiva entre a conectividade destas classes nas paisagens amostradas e a ocupação do gênero *Callithrix*. Para modelar a probabilidade de detecção  $p$ , foi utilizada a área do fragmento (TA), a fim de definir se há uma correlação negativa entre o tamanho do fragmento e a detecção de espécies do gênero *Callithrix*.

Para a construção dos modelos foi adotada a estratégia ‘*step down*’ (LEBRETON et al., 1992), onde foi usado o modelo mais parametrizado (colocando aditivamente todas as variáveis) em  $\psi$  e alternando-se as estruturas de modelos com a variável em  $p$ , que no presente estudo foi somente a área do fragmento (TA). Uma vez encontrado o modelo mais parcimonioso para  $p$ , iniciou-se a construção de modelos para  $\psi$ , utilizando apenas uma variável por modelo, mas fixando a melhor estrutura de modelo encontrada para  $p$ . Na etapa final, identificou-se o modelo mais parcimonioso, que possuiu as variáveis que mais influenciaram a probabilidade de ocupação e detecção de *Callithrix* spp.

**Tabela 2.** Lista das variáveis e suas respectivas legendas, utilizadas na análise de cada paisagem (fragmento + *buffer* de 300m) amostrada. Os valores médios de cada variável, assim como o valor mínimo máximo também estão definidos. A lista detalhada com todos os valores para cada paisagem está disponível no Apêndice 2.

Variáveis	Legenda	Média (mín – máx)
<b>Para <math>p</math></b>		
Área do fragmento amostrado (ha)	TA	174,88 (6,18 – 1111,00)
<b>Para <math>\psi</math></b>		
Distância para o centro de Viçosa (m)	DV	15.829 (1.606 – 29.595)
Classe Mata Nativa na paisagem (%)	P_MN	31,56 (15,35 – 50,38)
Índice de Conectividade da Classe Mata Nativa (%)	C_MN	34,97 (8,72 – 100,00)
Índice de Conectividade da Classe Mata Nativa em Regeneração (%)	C_EI	15,84 (2,01 – 60,00)
Índice de Conectividade da Classe Reflorestamento (%)	C_RE	18,03 (0,00 – 100,00)

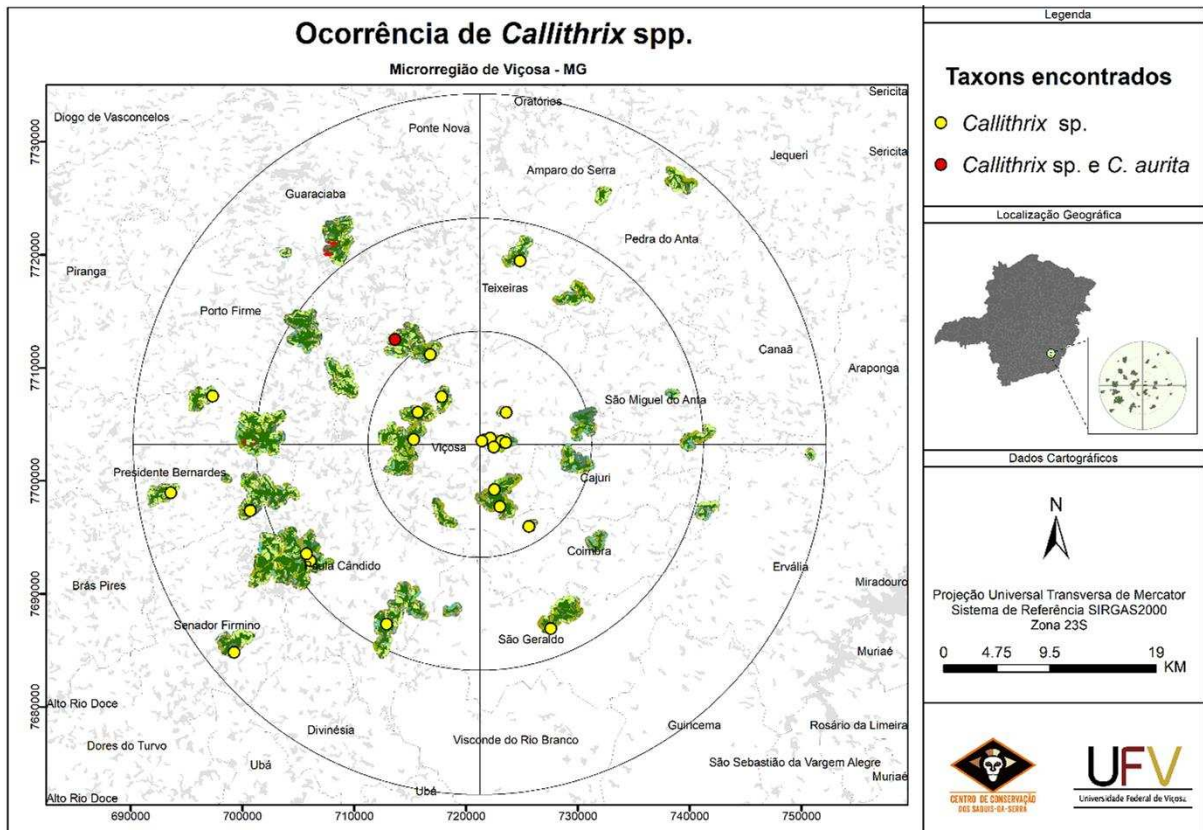
Utilizou-se o Critério de Informação de Akaike (Akaike’s Information Criterion – AIC), corrigido para pequenas amostras (AICc) para escolher os modelos mais parcimoniosos, usando a diferença relativa entre os modelos ( $\Delta AICc \leq 2$ ) e os pesos associados aos modelos avaliados (AICc weight). Utilizaram-se os valores de máxima verossimilhança disponíveis no Programa Mark para a obtenção as estimativas dos

parâmetros avaliados (BURNHAM; ANDERSON, 2002). Utilizou-se o teste *Goodness-of-fit* (GOF), usando o modelo mais parametrizado de nossas análises, para avaliar se houve falta de independência entre os fragmentos amostrados (*i.e.*, sobredispersão). O teste foi realizado no programa Presence (HINES, 2006) usando o teste GOF de Pearson, o qual foi desenvolvido justamente para análises de ocupação que utilizam o modelo *single season* (MACKENZIE; BAILEY, 2004).

### 3 RESULTADOS

Dos 40 fragmentos selecionados a partir dos critérios pré estabelecidos, foram visitados 39 (*i.e.*, um dos fragmentos havia sido destruído por um incêndio) somando um total de 210 pontos de *playback*. Foram detectadas 27 observações diretas e indiretas (*i.e.*, vocalizações) de *Callithrix* sp. em 24 pontos de *playback* (3 pontos obtiveram resposta de 2 grupos ao mesmo tempo) em 17 fragmentos amostrados. Dos 27 registros, 26 foram de espécies invasoras e seus híbridos, enquanto apenas um grupo em um fragmento apresentou indivíduos com fenótipo característico de *C. aurita*. Neste último, foi identificado um indivíduo de *Callithrix* sp. junto aos demais indivíduos formando um grupo misto. Não foram encontrados grupos formados inteiramente por *C. aurita* no presente estudo (Figura 1).

O teste *Goodness-of-fit* (GOF) mostrou que não houve uma significativa sobredispersão entre os pontos amostrados ( $\chi^2 = 138676,6843$ ,  $\hat{c} = 1,77$ ,  $P = 0,06$ ). As análises demonstraram que 93% ( $\Psi = 0,93$ ; IC 95% = 0,66 – 1,00) dos fragmentos estavam ocupados por *Callithrix* sp. e que a probabilidade de se detectar *Callithrix* sp. nos pontos de *playback* analisados foi 12% ( $p = 0,12$ , IC 95% = 0,07 – 0,21). Apesar dos modelos que continham algumas variáveis terem sido suportados pelos dados ( $\Delta AICc \leq 2$ ), o modelo nulo foi o que obteve um maior suporte, indicando que o provável efeito destas variáveis na probabilidade de ocupação de *Callithrix* sp. foi baixo ou inexistente (Tabela 3). Não houve análise da ocupação e detecção somente para grupos de *C. aurita* uma vez que não foram obtidos dados suficientes para a espécie.



**Fig. 1** – Buffers de 10, 20, e 30 km de raio a partir do centro de Viçosa divididos em 12 polígonos, na qual foram utilizados para o aleatorização dos fragmentos a serem amostrados. Também estão representados as 39 paisagens (fragmento + *buffer* de 300m) e os pontos de *playback* onde foram encontrados grupos de *Callithrix* sp. (em amarelo) e o grupo misto formado entre *C. aurita* e *Callithrix* sp. (em vermelho).

**Tabela 3** – Resultados da seleção de modelos para a probabilidade de ocupação ( $\psi$ ) e detecção ( $p$ ) de grupos de *Callithrix* sp. na microrregião de Viçosa – MG, usando a estratégia “step-down”. Para modelar  $\psi$  foram utilizadas as variáveis: Distância do centro de Viçosa (DV); Porcentagem da classe “Mata Nativa” na paisagem (P\_MN); Índice de Conectância para as Classes Mata Nativa, “Mata Nativa em Estado de Regeneração” e “Reflorestamento” (C\_MN, C\_EI e C\_RE, respectivamente). Para  $p$  foi utilizada somente a variável “Tamanho da área do fragmento amostrado” (TA).

Modelo	AICc	$\Delta$ AIC	AICc (peso)	Nº parâmetros	Deviance
<b>Modelando <math>p</math></b>					
$\{\psi(DV+P\_MN+C\_MN+C\_EI+C\_RE)p(\cdot)\}$	162,15	0,00	0,77	7	144,54
$\{\psi(DV+P\_MN+C\_MN+C\_EI+C\_RE)p(TA)\}$	164,59	2,44	0,22	8	143,79
<b>Modelando <math>\psi</math></b>					
$\{\psi(\cdot)p(\cdot)\}$	153,46	0,00	0,28	2	149,13
$\{\psi(P\_MN)p(\cdot)\}$	154,30	0,83	0,19	3	147,61
$\{\psi(C\_MN)p(\cdot)\}$	154,58	1,11	0,16	3	147,89
$\{\psi(DV)p(\cdot)\}$	155,08	1,61	0,12	3	148,39
$\{\psi(C\_EI)p(\cdot)\}$	155,23	1,76	0,11	3	148,54
$\{\psi(C\_RE)p(\cdot)\}$	155,58	2,12	0,10	3	148,90
$\{\psi(DV+P\_MN+C\_MN+C\_EI+C\_RE)p(\cdot)\}$	165,14	11,6	0,00	7	147,53

## 4 DISCUSSÃO

A probabilidade de ocupação por *Callithrix* sp. de 0.93 nos fragmentos amostrados demonstra a gravidade da invasão por espécies alóctones do gênero e suas formas híbridas. Esta realidade vem sendo relatada não só na região de Viçosa,

mas também em diversas áreas do sudeste brasileiro (AXIMOFF et al., 2016; CARVALHO et al., 2018; DETOGNE et al., 2017; PEREIRA; OLIVEIRA; RUIZ-MIRANDA, 2008; RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009; SILVA et al., 2018). A ausência de detecções de grupos puros de *C. aurita* não era um resultado esperado, uma vez que era esperada a detecção da espécie em áreas mais distantes do centro de Viçosa, definido aqui como o centro de dispersão dos congêneres alóctones. Em 2017, em um levantamento populacional de *Callithrix* spp., foi encontrado resultado bastante similar (VITAL, 2017), dado que em 31 fragmentos amostrados no município de Viçosa e arredores foram encontrados 21 grupos de *Callithrix* sp., 1 grupo misto e apenas 1 grupo formado somente por indivíduos de *C. aurita*. Porém, o estudo não levou em consideração a detecção imperfeita, havendo a possibilidade de que tais resultados possam estar subestimados e que mais fragmentos possam estar ocupados por *Callithrix* sp.

A invasão de espécies alóctones do gênero *Callithrix* se tornou um grave problema ecológico que acomete a população sobrevivente de *C. aurita* na região. Três espécies de saguis (*Callithrix penicillata*, *C. geoffroyi* e *C. jacchus*) foram introduzidas no município de Viçosa, como animais de estimação (FUZESSY et al., 2014; SILVA et al., 2018). Tais espécies, são capazes de produzir híbridos férteis inclusive com a espécie nativa, o *C. aurita* (CARVALHO et al., 2018; RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009). A alta taxa reprodutiva característica do gênero e também presente nas formas híbridas tende intensificar a gravidade do problema. No decorrer de poucas décadas, grupos híbridos formados pelos descendentes dos indivíduos introduzidos dispersaram-se pelos fragmentos, resultando no panorama que foi observado pelo estudo, onde fragmentos a quase 30km do centro urbano de Viçosa apresentam formas híbridas do gênero *Callithrix*. Não é possível de fato excluir que as cidades vizinhas também possam ter atuado como centros dispersores. Levantamentos históricos acessando dados da polícia ambiental sobre solturas de espécies do gênero nestas cidades são medidas que podem contribuir para elucidar esta questão.

Nenhuma das variáveis avaliadas apresentou maior suporte do que o modelo nulo, mostrando que a ocupação de grupos de *Callithrix* sp. não é influenciada pela conectividade das classes florestais, tampouco pela proporção de mata nativa presente nas paisagens amostradas. A hipótese de que a probabilidade de detecção

de *Callithrix* sp. seria maior em fragmentos menores também foi refutada. Apesar do modelo nulo ter sido o melhor ranqueado, outros modelos que continham alguma das variáveis de interesse foram bem ranqueados, havendo uma incerteza quanto a influência das variáveis analisadas. Sendo assim, estudos que abordem outras paisagens e com diferentes graus de conectividade e antropização podem elucidar se estas variáveis são de fato irrelevantes para a dispersão ou distribuição destes híbridos.

Primatas que conseguem utilizar a matriz e seus diferentes componentes apresentam uma maior viabilidade de suas populações a longo prazo em ambientes fragmentados (MARSH, 2003). Em estudo semelhante realizado com *C. penicillata* e *Callicebus nigrifrons* (SALES et al., 2015), demonstrou-se que o tamanho dos fragmentos e sua conectividade não foram bons preditores da colonização e extinção destas espécies. *Callithrix penicillata* e híbridos que apresentavam padrão de pelagem similar à espécie representaram a maioria dos registros no presente estudo (n=17; 63%). Tal espécie apresenta grande plasticidade ambiental (VILELA; DEL-CLARO, 2011), e possui o cerrado como extensão de ocorrência natural (RYLANDS; COIMBRA-FILHO; MITTERMEIER, 2009). O cerrado por sua vez, é um domínio de áreas abertas, com vegetação florestal esparsa, similar em parte, à matriz encontrada na zona rural da região de Viçosa. Tal semelhança pode estar relacionada com a dificuldade em se prever, a partir da análise de variáveis essencialmente florestais, eventos como a dispersão de espécies generalistas tais quais *C. penicillata*.

Apesar de *C. aurita* também apresentar relativa plasticidade ambiental, ocupando matas secundárias e pequenos fragmentos florestais (MENDES, 1997), grupos da espécie não foram encontrados no presente estudo. A única visualização de indivíduos de *C. aurita* ocorreu em um grupo misto formado por dois indivíduos da espécie e um híbrido, provavelmente resultado do cruzamento entre *C. aurita* e *C. penicillata*. A presença de grupos mistos além de refletir o avanço das espécies invasoras na região (FUZESSY et al., 2014; SILVA et al., 2018), expõe a erosão genética das populações de *C. aurita* remanescentes, processo que é uma das principais ameaças que acometem a espécie atualmente (CARVALHO et al., 2018, CARVALHO et al., 2019; MELO, et al. 2019).

Além da já discutida invasão e dispersão de *Callithrix* sp. na microrregião de Viçosa, a destruição do hábitat de *C. aurita* foi de fato o primeiro grande problema ecológico que resultou na diminuição de suas populações (CARVALHO et al., 2018; MELO et al. 2019). A redução do habitat, caracterizado pelo desflorestamento de toda região da Zona da Mata Mineira pode ter sido um dos principais fatores que contribuíram para a ausência de grupos de *C. aurita* puros na amostragem. Com a decadência da exploração de ouro no final do século XVIII e a expansão do cultivo de café, toda a região começou a ser explorada, sendo suas matas substituídas por plantações, processo que se estendeu por todo o séc. XIX. Com a decadência da produção cafeeira nas áreas mais baixas, já no começo do séc. XX, as plantações de café migraram para áreas mais altas, onde as temperaturas mais amenas favoreciam a produção, fato que contribuiu para a destruição de uma parcela significativa das matas que ainda restavam na região (VALVERDE, 1958).

Atualmente, a partir das observações realizadas em campo, constatou-se que o cenário na microrregião de Viçosa é de total fragmentação da Mata Atlântica, onde pequenos fragmentos em áreas não mais exploradas economicamente encontram-se em processo de regeneração (RIBON, 1993). Além disso, alguns fragmentos amostrados apresentaram sinais da passagem de fogo ( $n = 4$ ; 10%), sendo que um fragmento não pôde ser amostrado devido à sua destruição quase total após um incêndio ocorrido há cerca de dois anos.

Fragmentos de mata primária não foram observados, indicando que a grande maioria da mata nativa foi em algum momento retirada durante a exploração nos sécs. XIX e XX. Com a derrubada da floresta, toda a fauna ali associada sofreu algum tipo de impacto, como é o caso do *C. aurita*, que além de ser um primata de hábitos florestais, é endêmico da Mata Atlântica. Não há dados que estipulam o quanto da população de *C. aurita* foi perdida durante o processo exploratório supracitado, porém há indivíduos coletados da espécie no município de Viçosa na década de 30 (SILVA et al., 2018), indicando que a espécie permaneceu na região, eventualmente sobrevivendo em pequenos fragmentos de mata que restaram. Dessa forma, é possível dizer que a ausência de grupos de *C. aurita* nos fragmentos amostrados não se deve simplesmente à dispersão, competição e hibridação de seus congêneres, mas principalmente pela diminuição da população nativa causada pela destruição do habitat, muito anterior ao processo de invasão, na região do presente estudo. Além

disso, vale ressaltar que a espécie *C. aurita* é naturalmente pouco abundante, o que maximiza a sua probabilidade de extinção em longo prazo (STALLINGS, ROBINSON, 1993; MELO et al. 2018)

## 5 CONCLUSÃO

Os dados obtidos não corroboram a hipótese de que a cidade de Viçosa tenha sido o centro de dispersão dos congêneres alóctones de *C. aurita*. Outras cidades da região podem ter contribuído como centros dispersores, situação que necessita de posterior investigação. Nenhuma das covariáveis de conectividade além da porcentagem de mata nativa influenciaram na ocupação dos grupos de *Callithrix* sp. A alta taxa de fertilidade e a plasticidade ambiental das espécies do gênero *Callithrix* parecem favorecer esses táxons mesmos em ambientes alterados, não demonstrando um padrão definido de dispersão nas paisagens amostradas pelo presente estudo. A detecção dos saguis não foi influenciada pelo tamanho dos fragmentos, refutando a hipótese de que grupos seriam detectados em maior proporção em fragmentos menores.

Medidas para salvaguardar o patrimônio genético de populações de *Callithrix aurita* estão sendo tomadas, dentre elas está a construção do Centro de Conservação do Saguís-da-Serra, sediado na cidade de Viçosa e que tem como principal objetivo estabelecer colônias cativas de *C. aurita* e *C. flaviceps* agindo como um contraponto ao avanço da hibridação na região. Além disso, extensos levantamentos populacionais em áreas onde *C. aurita* ainda é encontrado e uma definição se existe uma diferença entre as preferências de ocupação de habitat pela espécie nativa e seus congêneres, podem ser medidas adicionais que contribuam para a conservação do *C. aurita* em médio e longo prazo. Se a ocupação de *C. aurita* em paisagens modificadas for de certa forma bem sucedida como das espécies invasoras são, podemos ter um pouco de esperança na sobrevivência de populações da espécie nativa onde esta ainda for predominante.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; MANDUJANO, S. Conceptualization and Measurement of Habitat Fragmentation from the Primates' Perspective. **International Journal of Primatology**, v. 30, n. 3, p. 497–514, 7 jun. 2009.

AXIMOFF, I.; SOARES, H.; PISSINATTI, A.; BUENO, C. Registros de *Callithrix aurita* (Primates, Callitrichidae) e seus híbridos no Parque Nacional do Itatiaia. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 04, p. 520–525, dez. 2016.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model Selection and Multimodel Inference**. 2nd. ed. New York: Springer, 2002.

CARVALHO, R. S.; FRANSEN S.; VALENÇA-MONTENEGRO, M. M.; DUNN, N. J. D., IGAYARA-SOUZA, C. A.; PORT-CARVALHO, M.; WORMELL, D.; MELO, F. R.; SILVA, A.; LACERDA, W. R.; JERUSALINSKY, L. Buffy-Tufted-Ear-Marmoset *Callithrix aurita* É. Geoffroyi Saint-Hillaire, 1812 *In*: SCHWITZER, C.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; CHIOZZA, F.; WILLIAMSON, E. A.; BYLER, D.; WICH, S.; HUMLE, T.; JOHNSON, C.; MYNOTT, H. and MCCABE, G. (eds.), **Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2018–2020**. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Global Wildlife Conservation, and Bristol Zoological Society, Washington, DC, p. 79-81, 2019.

CARVALHO, R. S.; BERGALLO, H.G.; CRONEMBERGER, C.; GUIMARÃES-LUIZ, T.; IGAYARA-SOUZA, C. A.; JERUSALINSKY, L.; KNOGGE, C.; LACERDA, W. R.; MALUKIEWICZ, J.; MELO, F. R.; MOREIRA, S. B.; PEREIRA, D. G.; PISSINATTI; PORT-CARVALHO, M.; RUIZ-MIRANDA, R.; WORMELL, D. *Callithrix aurita*: a marmoset species on its way to extinction in the brazilian atlantic forest. **Neotropical Primates**, v. 24, n. 1, p. 1–8, 2018.

COIMBRA-FILHO, A. F.; MITTERMEIER, R. A. New Data on the Taxonomy of the Brazilian Marmosets of the Genus *Callithrix* Erxleben, 1777. **Folia Primatologica**, v. 20, n. 4, p. 241–264, 1973.

DA SILVA, L. G.; RIBEIRO, M. C. Patch Size, Functional Isolation, Visibility and Matrix Permeability Influences Neotropical Primate Occurrence within Highly Fragmented Landscapes. **PLOS ONE**, v. 10, n. 2, p. e0114025, 6 fev. 2015.

DEAN, W. **A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, p. 484, 1996.

DETOGNE, N.; FERREGUETTI, A. C.; MELLO, J. H.; SANTANA, M. C.; DIAS, A. C.; MOTA, N. C. J.; GONÇALVES, A. E. C.; SOUZA, C. P.; BERGALLO, H. G. Spatial distribution of buffy-tufted-ear (*Callithrix aurita*) and invasive marmosets (*Callithrix* spp.) in a tropical rainforest reserve in southeastern Brazil. **American Journal of Primatology**, v. 79, n. 12, p. e22718, dez. 2017.

DUNNING, J. B.; DANIELSON, B. J.; PULLIAM, H. R. Ecological Processes That Affect Populations in Complex Landscapes. **Oikos**, v. 65, n. 1, p. 169, out. 1992.

ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS versão 10.5**. Environmental System Research Institute, Inc., Redlands, California, 2019.

FUZESSY, L. F.; SILVA, I. O.; MALUKIEWICZ, J.; SILVA, F. F. R.; PÔNZIO, M. C.; BOERE, V.; ALCKERMANN, R. R. Morphological Variation in Wild Marmosets (*Callithrix penicillata* and *C. geoffroyi*) and Their Hybrids. **Evolutionary Biology**, v. 41, n. 3, 2014.

HINES, J. E. **Presence2 - software to estimate patch occupancy and related parameters**, 2006. Disponível em <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html> (acessado em Janeiro de 2020).

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – IEMA. **Referência técnica**, 2012. Disponível em <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215> (acessado em junho de 2019)

LEBRETON, J. D. BURNHAM, K. P.; CLOBERT, J.; ANDERSON, D. R. Modeling Survival and Testing Biological Hypotheses Using Marked Animals: A Unified Approach with Case Studies. **Ecological Monographs**, v. 62, n. 1, p. 67–118, fev. 1992.

MACKENZIE, D. I.; NICHOLS, J. D.; LACHMAN, G. B.; DROEGE, S.; ROYLE, A.; LANGHTIMM, C. A. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2248–2255, 2002.

MACKENZIE, D. I.; BAILEY, L. L. Assessing the fit of site-occupancy models. **J. Agric. Biol. Environ. Stat.** 9, 300-318, 2004.

MALUKIEWICZ, J. A. Review of Experimental, Natural, and Anthropogenic Hybridization in *Callithrix* Marmosets. **International Journal of Primatology**, v. 40, n. 1, p. 72–98, 2019.

MARSH, L. K. The Nature of Fragmentation. In: **Primates in Fragments: Ecology and Conservation**. Boston, MA: Springer US, p. 1–10, 2003.

MCGARIGAL, K. Fragstats help document. **Fragstats**, n. April, p. 1–182, 2015.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. United States Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/3064>>.

MELO, F. R.; BICCA-MARQUES, J.; FERRAZ, D.; JERUSALINSKY, L.; MITTERMEIER, R.A.; OLIVEIRA, L.; PORT-CARVALHO, M.; RUIZ-MIRANDA, C.R.; VALENÇA MONTENEGRO, M.; DA CUNHA, R.; VALLE, R.R.; *Callithrix aurita*. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2019. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T3570A17936433.en>. Downloaded on 30 January 2020.

MELO, F. R.; FERRAZ, D. VALENÇA, M. M.; OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, D. G.; PORT-CARVALHO, M. *Callithrix aurita*. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos**. Brasília: ICMBio. p. 206-213, 2018.

MELO, L. V. “**Questão Ambiental em Viçosa - MG: Uma análise da legislação municipal no período de 1970 - 2004**”. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2006.

MENDES, S. L. **Padrões biogeográficos e vocais em *Callithrix* do grupo jacchus (Primates, Callithrichidae)**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 1997.

MITTERMEIER, R. A.; COIMBRA-FILHO, A.; CONSTABLE, I. D.; RYLANDS, A.; VALLE, C. Conservation of primates in the Atlantic forest region of eastern Brazil. **New World Primates**, v. 22, n. 1, p. 2–17, 1982.

MUSKIN, A. Field notes and geographic distribution of *Callithrix aurita* in Eastern Brazil. **American Journal of Primatology**, v. 7, n. 4, p. 377–380, 1984.

PEREIRA, D. G.; OLIVEIRA, M. E. A. DE; RUIZ-MIRANDA, C. R. Interações Entre Calitriquídeos Exóticos E Nativos No Parque Nacional Da Serra Dos Órgãos - Rj. **Espaço e Geografia**, v. 11, n. 1, p. 87–114, 2008.

PORTER, L. M.; GARBER, P. A. Social Behavior of Callimicos: Mating Strategies and Infant Care. In: **The Smallest Anthropoids**. Boston, MA: Springer, p. 87–101, US, 2009.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

RIBON, R.; SIMON, J. E.; DE MATTOS, G. T. Bird Extinctions in Atlantic Forest Fragments of the Viçosa Region, Southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, n. 6, p. 1827–1839, 2003.

RYLANDS, A. B. **Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology**. Oxford University Press, 1993.

RYLANDS, A. B. Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour and Ecology. **Tree**, v. 9, n. 7, p. 273–274, 1993.

RYLANDS, A. B.; SCHNEIDER, H.; LANGUTTH, A.; MITTERMEIER, R.; GROVES, C. P.; RODRÍGUEZ-LUNA, E. An assessment of the diversity of New World Primates. **Neotropical Primates**, v. 8, n. 2, p. 61–93, 2000.

RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A. F.; MITTERMEIER, R. A. The Systematics and Distributions of the Marmosets (*Callithrix*, *Callibella*, *Cebuella*, and *Mico*) and *Callimico* (*Callimico*) (*Callitrichidae*, *Primates*). In: **The Smallest Anthropoids**. Boston, MA. Springer Science, p. 25–61, 2009.

RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, R. A. The Diversity of the New World Primates (*Platyrrhini*): An Annotated Taxonomy. In: GARBER, P. A. et al. (Eds.). **South American Primates, Comparative Perspectives in the Study of Behavior, Ecology, and Conservation**. New York, NY. Springer Science. p, 23–54, 2009.

SALES, L. P.; HAYWARD, M.W.; ZAMBALDI, L.; PASSAMANI, M.; MELO, F. R.; LOYOLA, R. Time-lags in primate occupancy: A study case using dynamic models. **Natureza e Conservação**, v. 13, n. 2, p. 139–144, 1 jul. 2015.

SILVA, F. F. R.; MALUKIEWICZ, J.; SILVA, L. C.; CARVALHO, R. S.; RUIZ-MIRANDA, C. R.; COELHO, F. A. S.; FIGUEIRA, M. P.; BOERE, V. SILVA, I. O. A Survey of Wild and Introduced Marmosets (*Callithrix*: *Callitrichidae*) in the Southern and Eastern Portions of the State of Minas Gerais, Brazil. **Primate Conservation**, v. 32, p. 83–100, 2018.

SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (GEOBASES). **IEMA - Mapeamento ES - 2012-2015 - Referência Técnica**.

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, Espírito Santo, Brasil, 2012.

SUSSMAN, R. W.; KINZEY, W. G. The ecological role of the callitrichidae: A review. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 64, n. 4, p. 419–449, 1984.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, 2016. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/dados/> (acessado em Maio de 2019).

UMETSU, F.; METZGER, J. P.; PARDINI, R. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscapes: a test with Atlantic forest small mammals. **Ecography**, v. 31, n. 3, p. 080304020349105–0, 4 mar. 2008.

UMETSU, F.; PARDINI, R. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats - Evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. **Landscape Ecology**, v. 22, n. 4, p. 517–530, 2007.

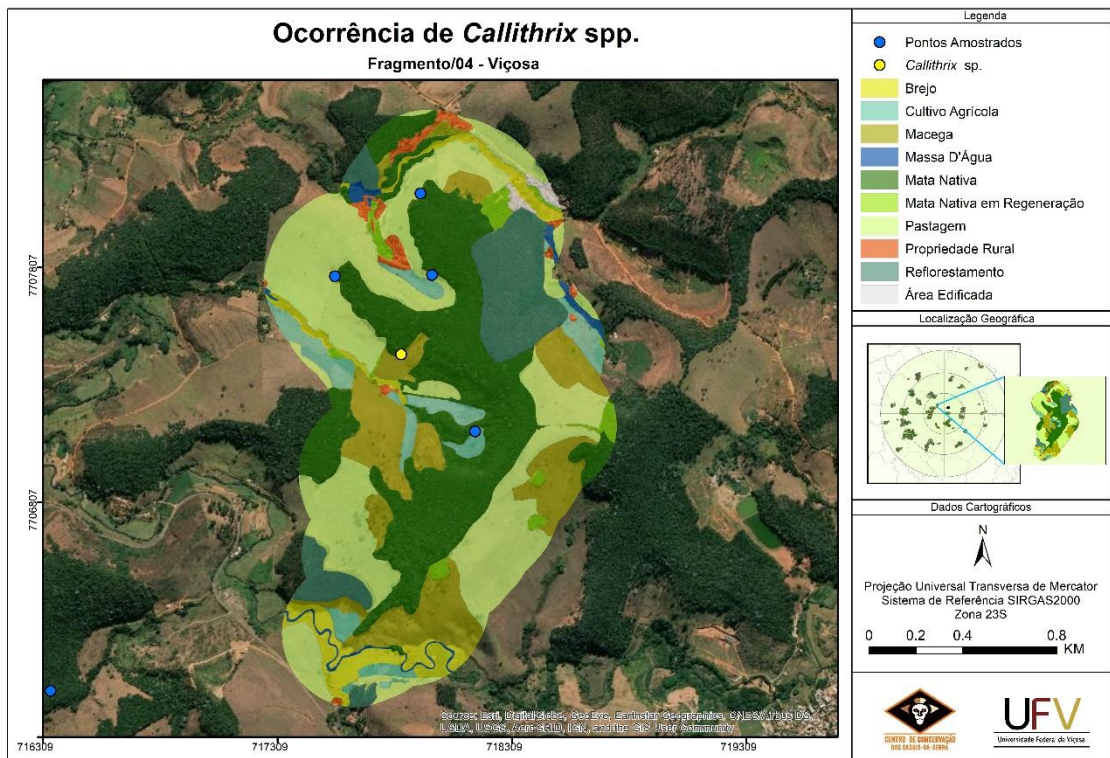
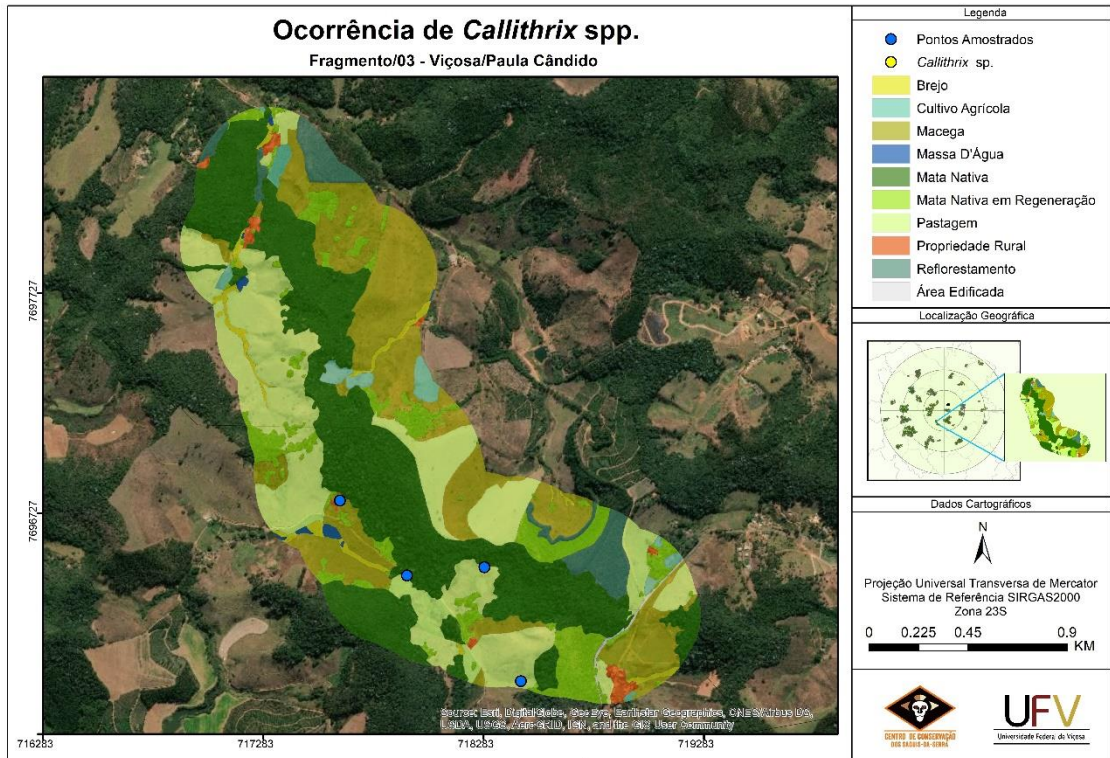
VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 20, n. 1, p. 3–32, 1958.

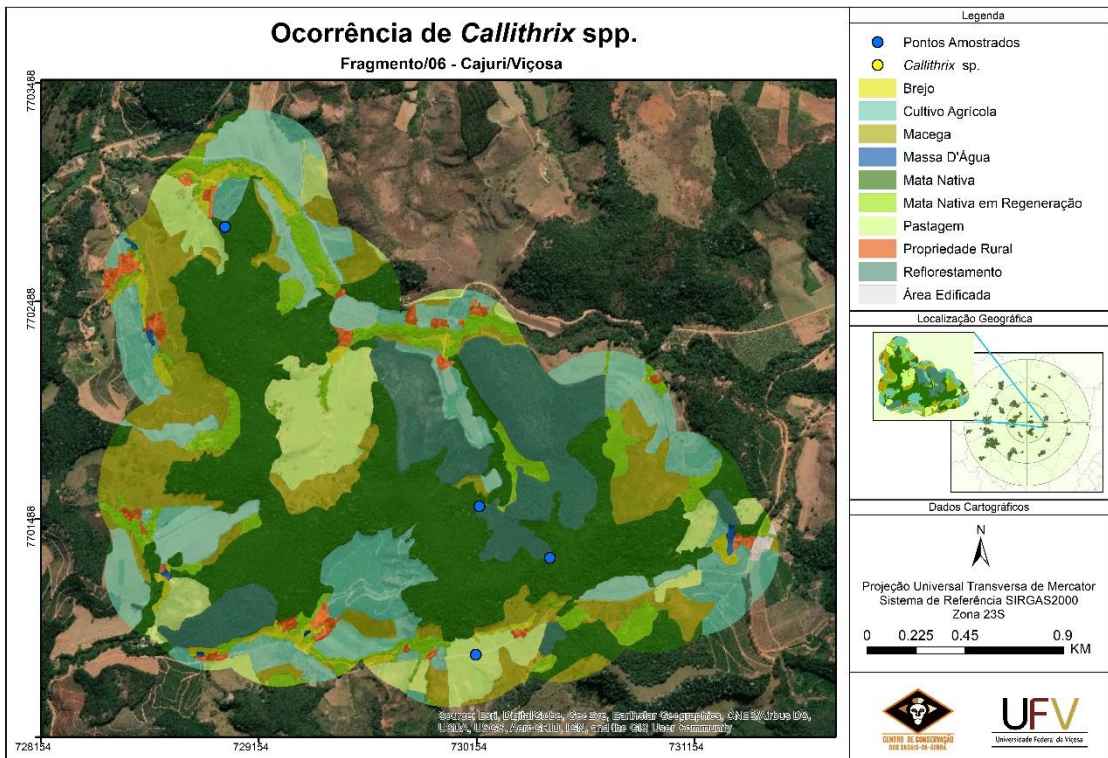
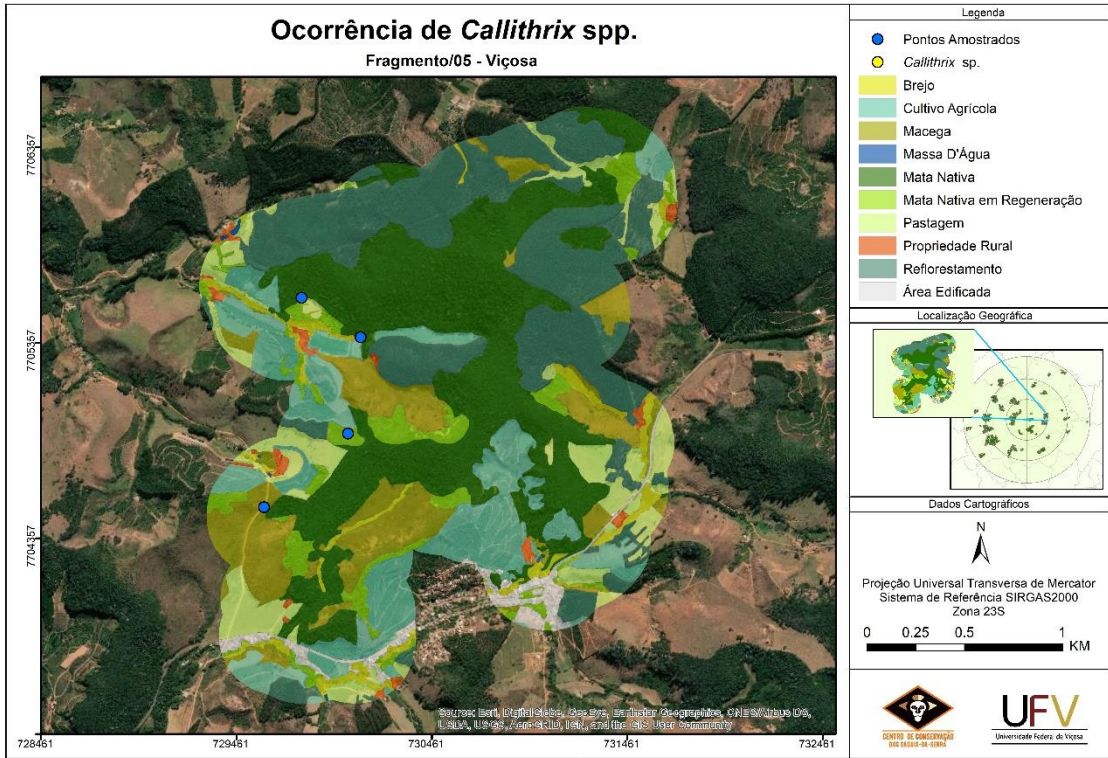
VILELA, A. A.; DEL-CLARO, K. Feeding Behavior of the Black-Tufted-ear Marmoset (*Callithrix penicillata*) (Primata , Callitrichidae) in a Tropical Cerrado Savanna. **Sociobiology**, v. 58, n. 2, p. 1–6, 2011.

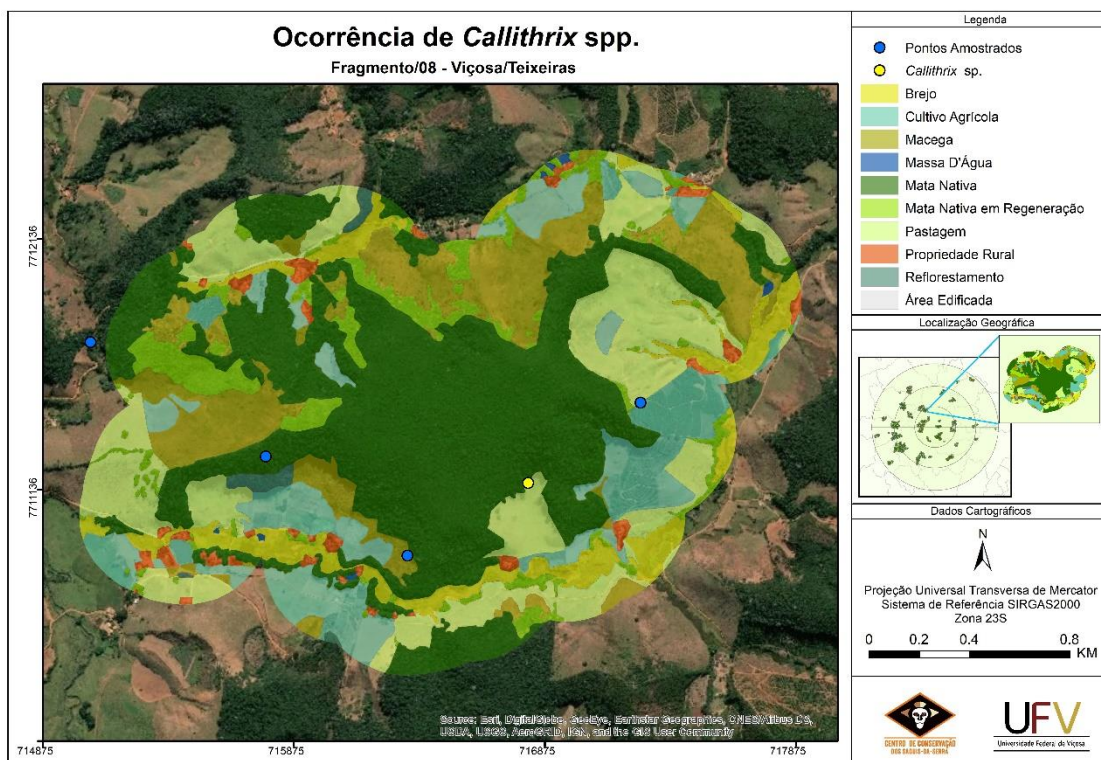
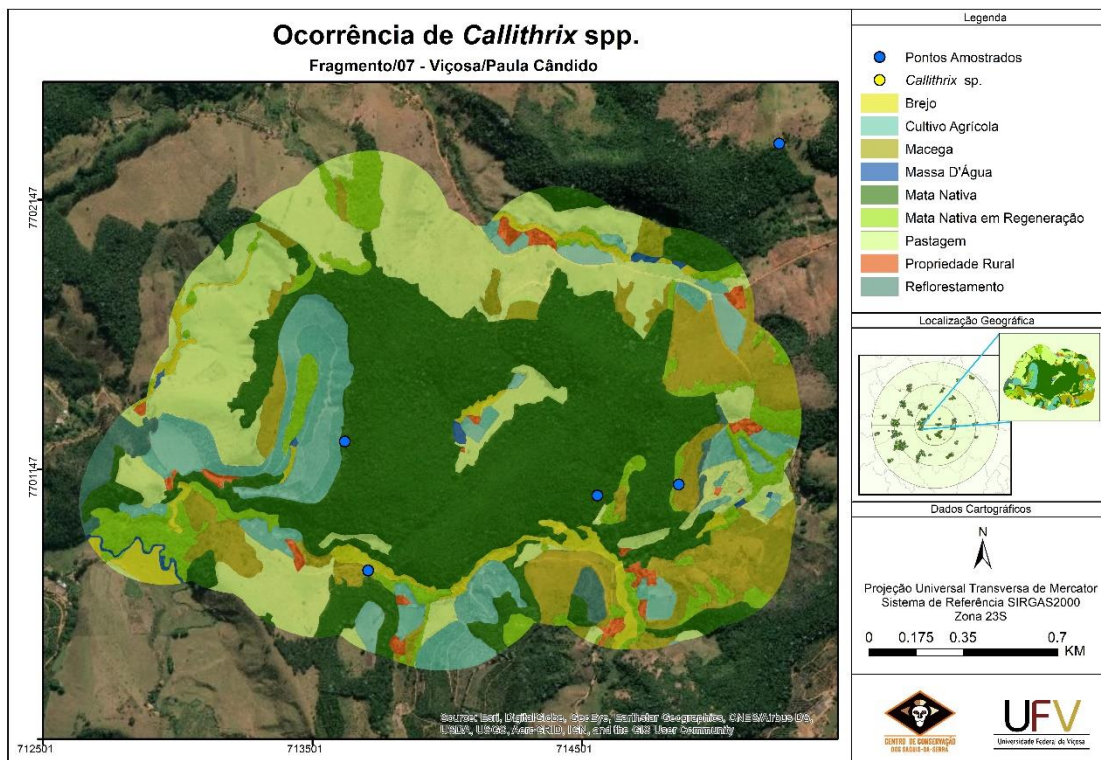
VITAL, O. **Ocorrência do sagui-sa-serra-escuro *Callithrix aurita* Humboldt, 1812 (Primates, Callitrichidae), na miccroregião de Viçosa, zona da mata - MG.** [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2017.

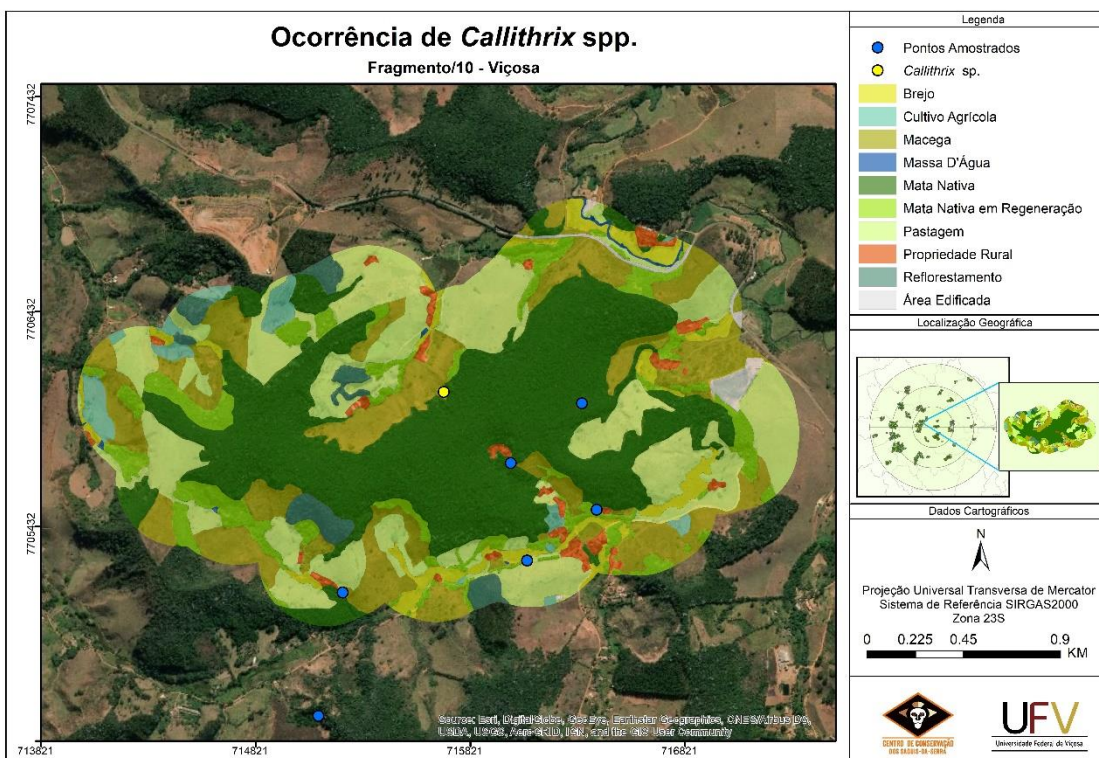
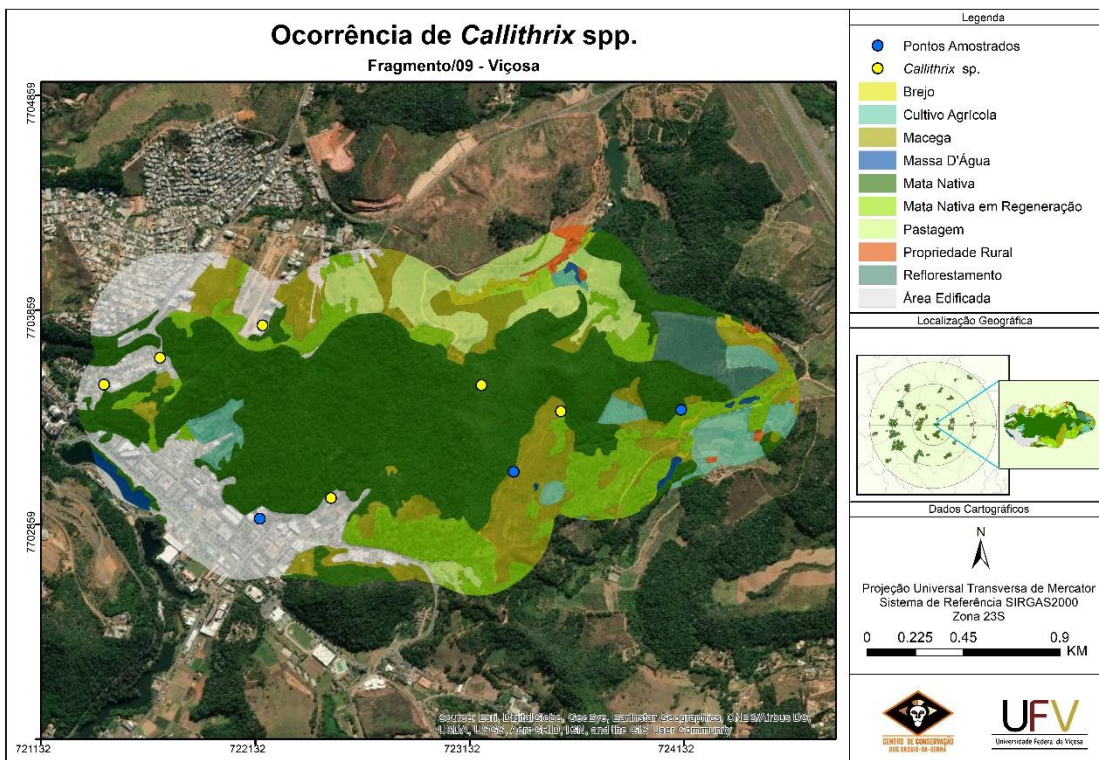
WHITE, G. C.; BURNHAM, K. P. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. **Bird Study**, v. 46, n. sup1, p. S120–S139, 25 jan. 1999.

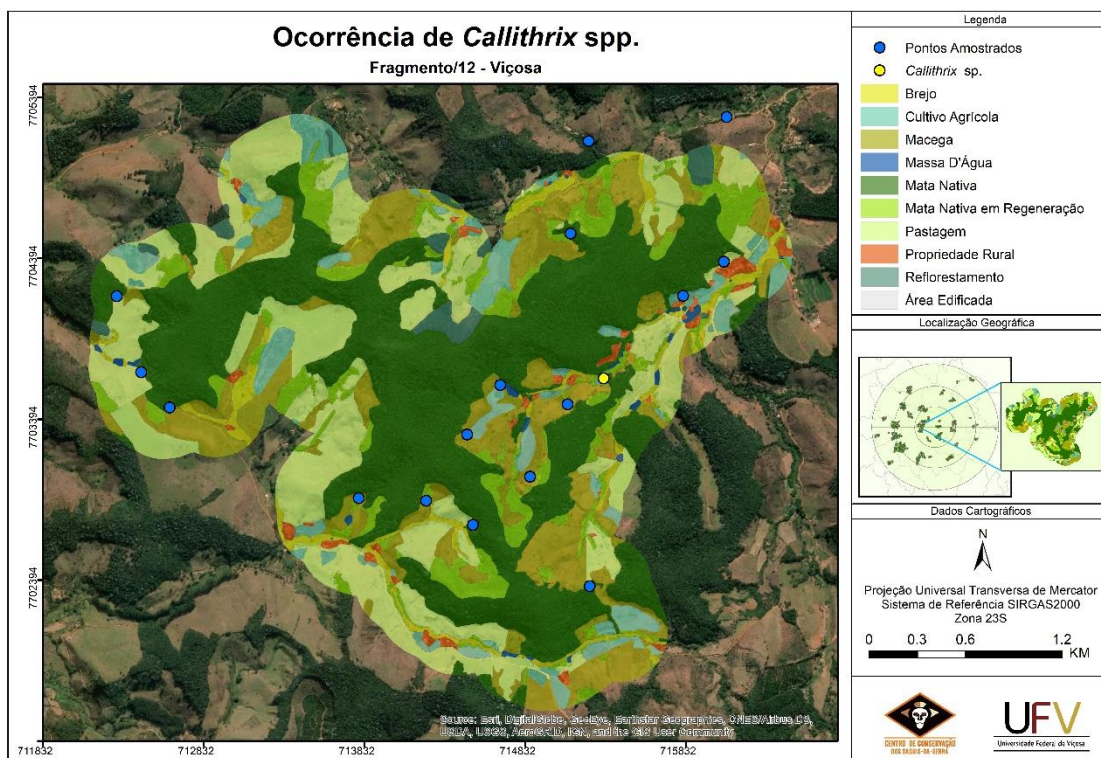
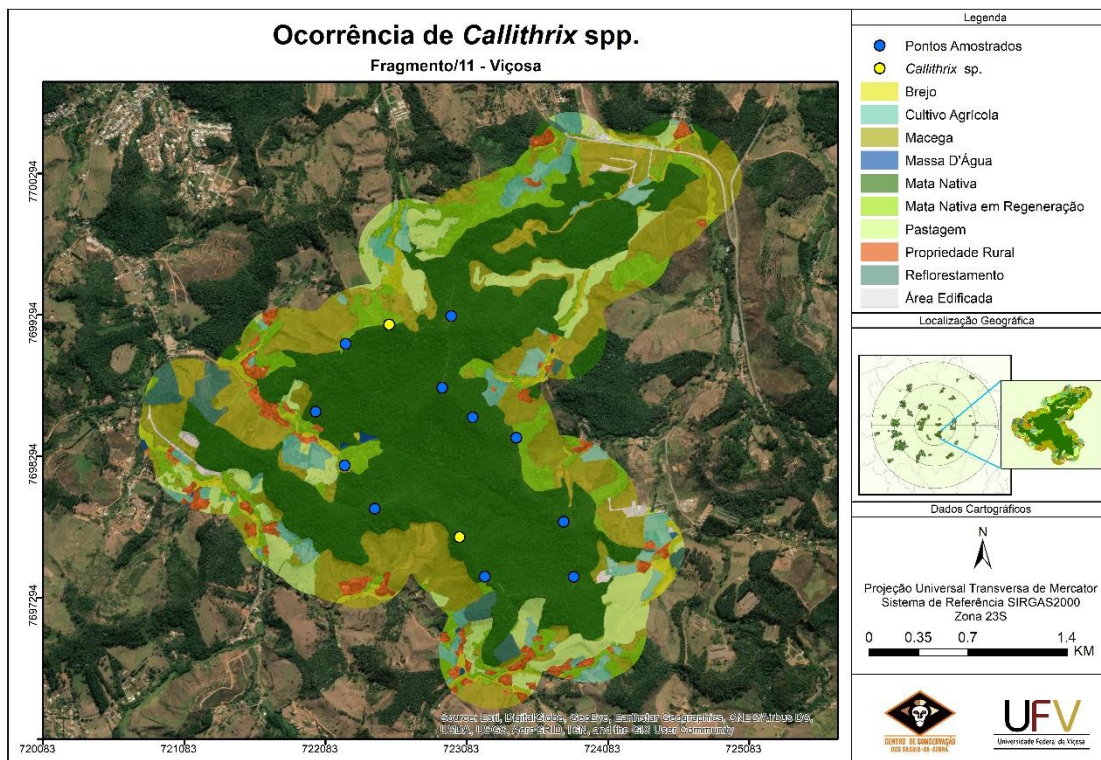


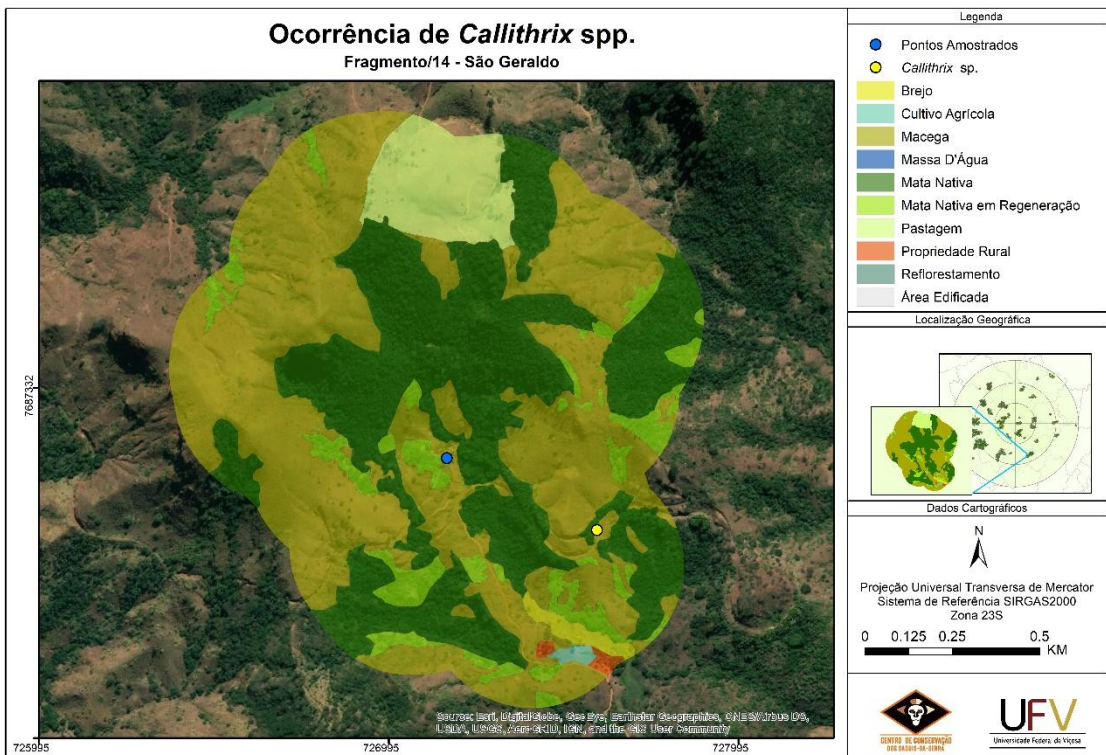
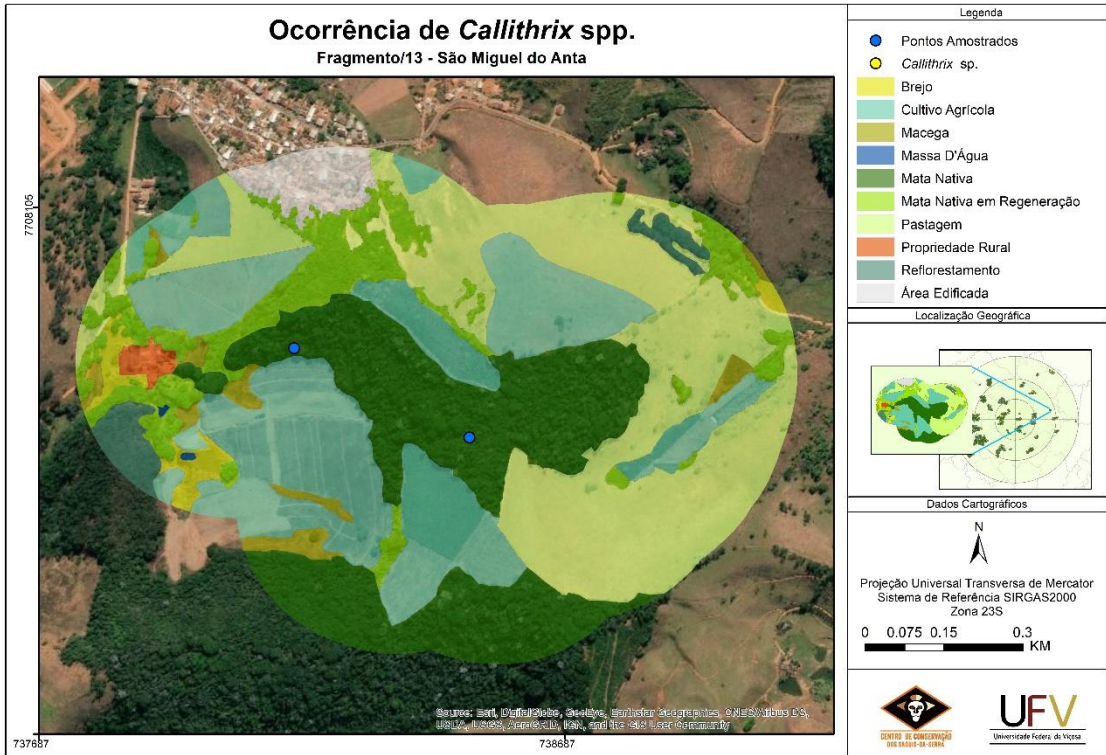


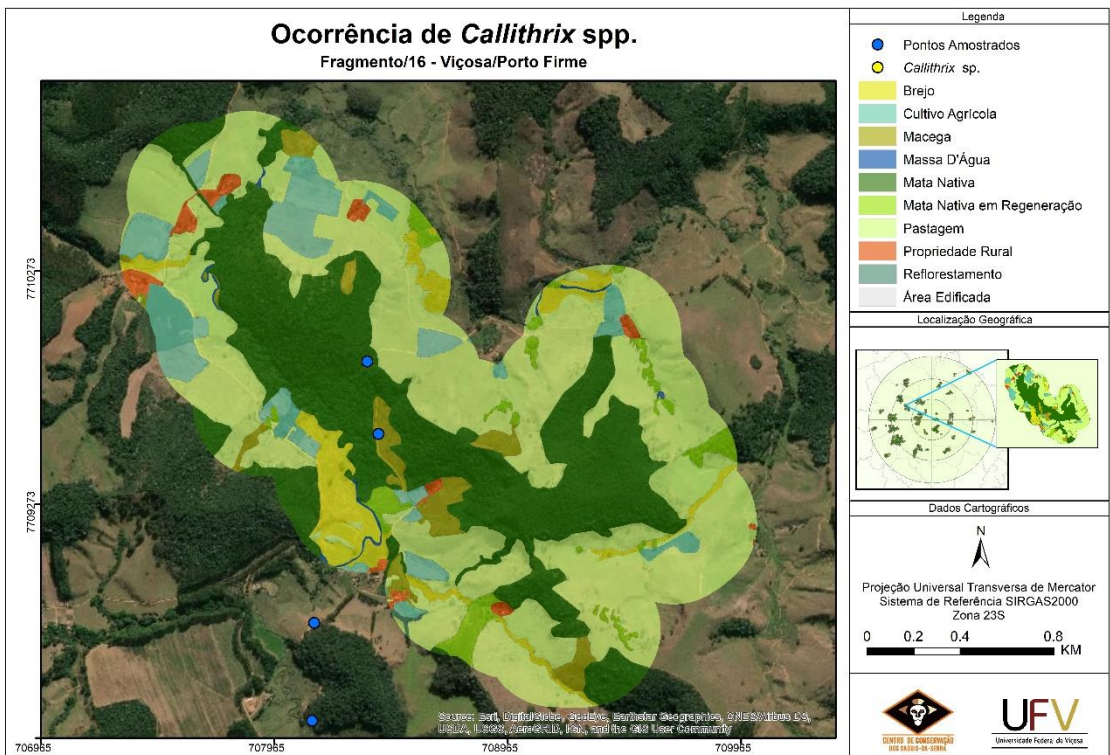
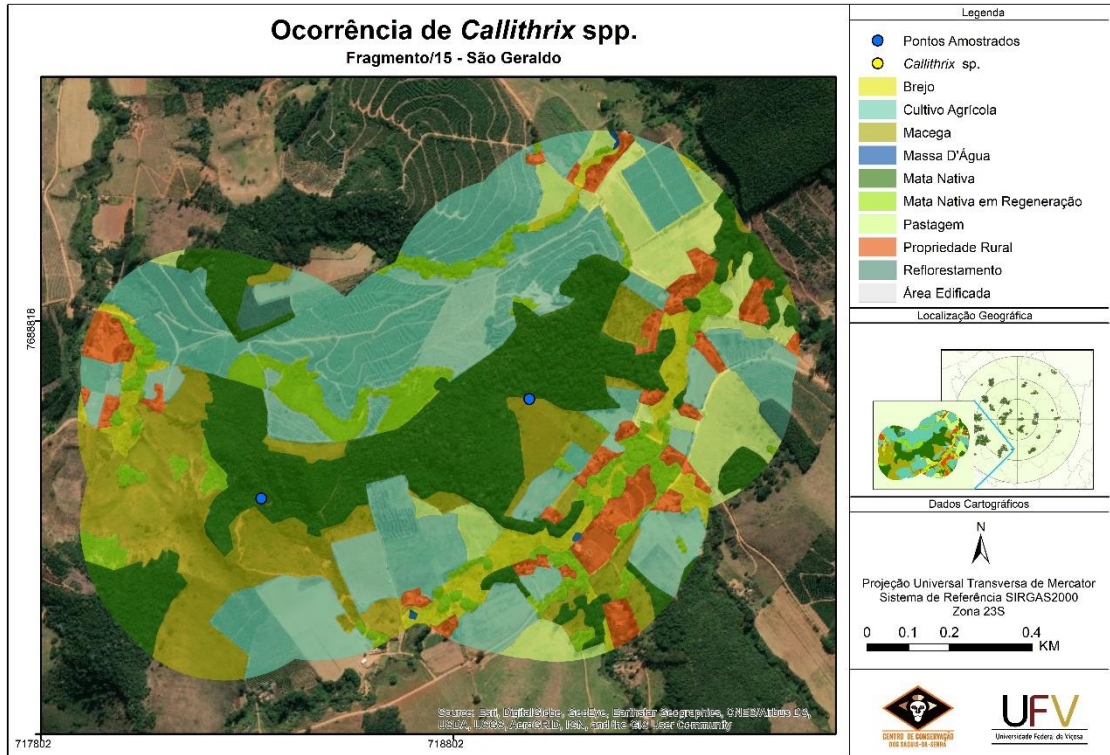


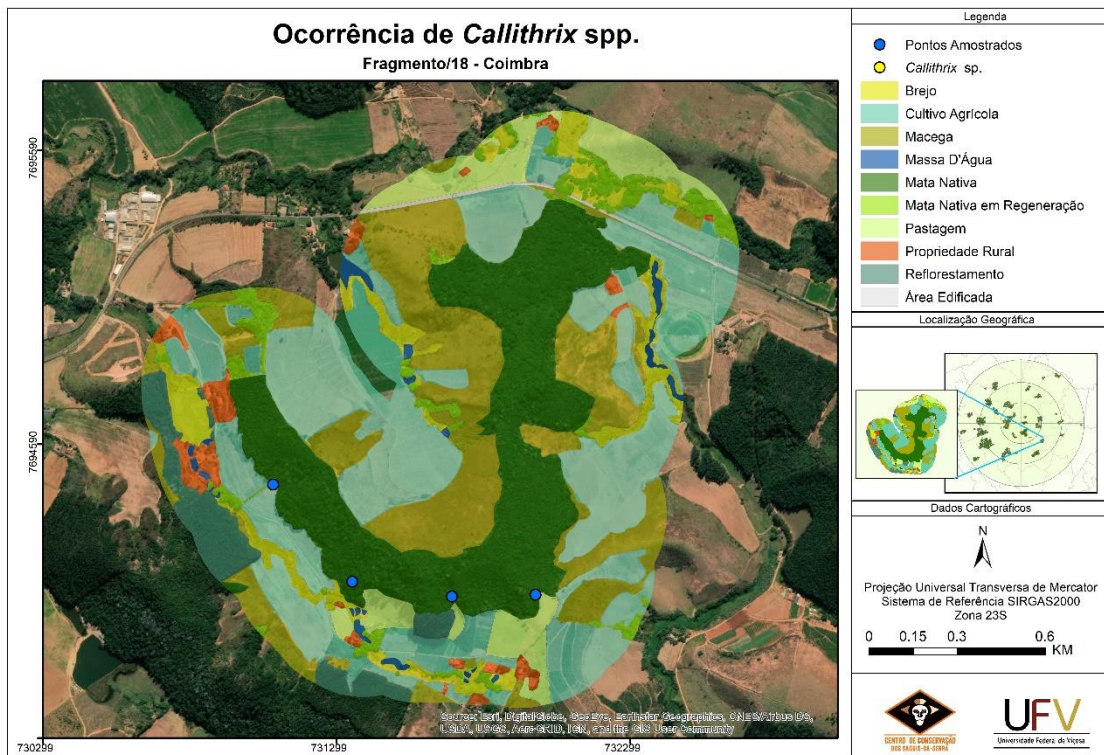
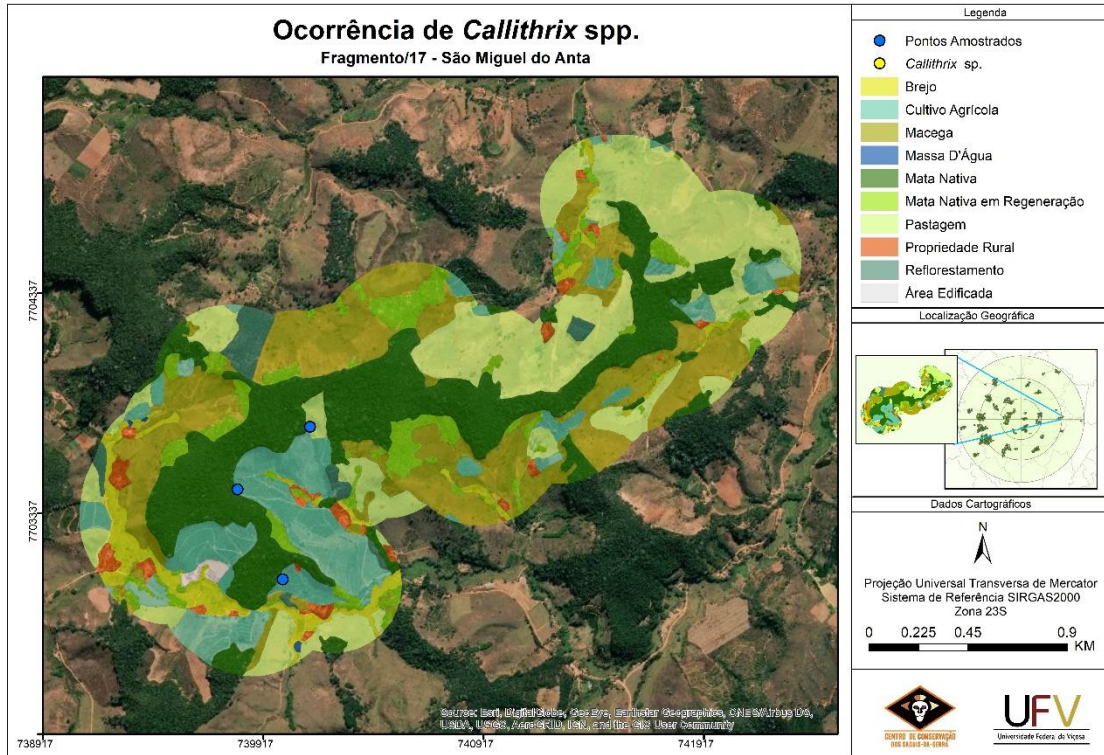




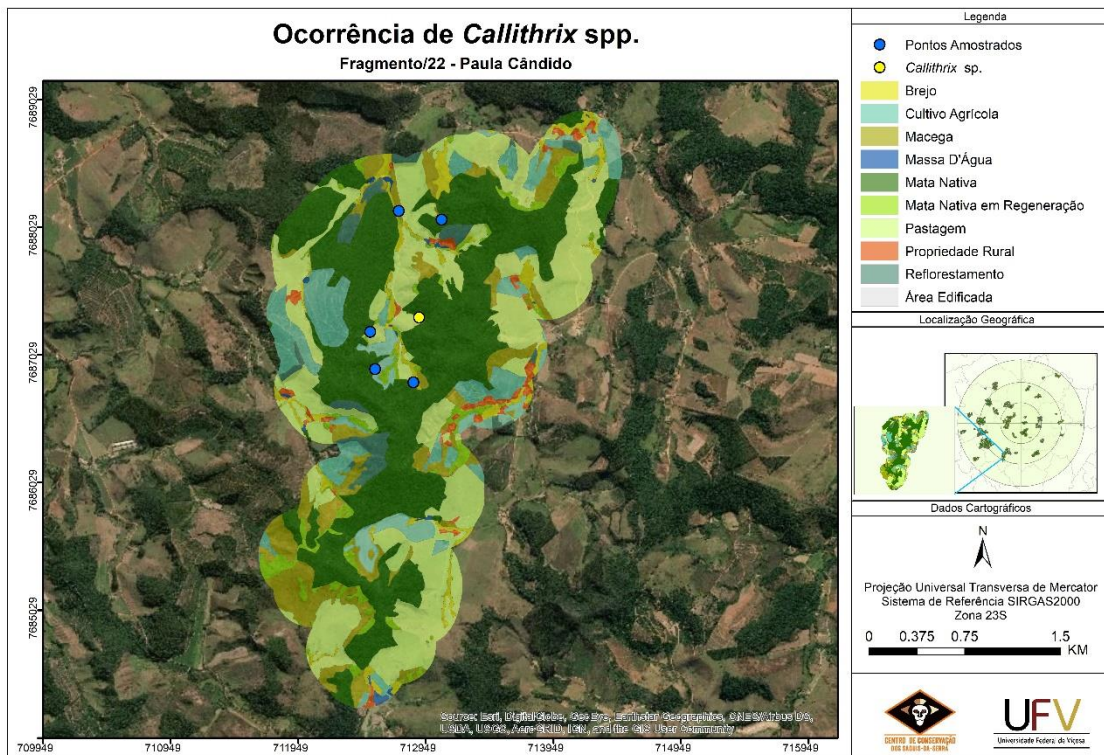
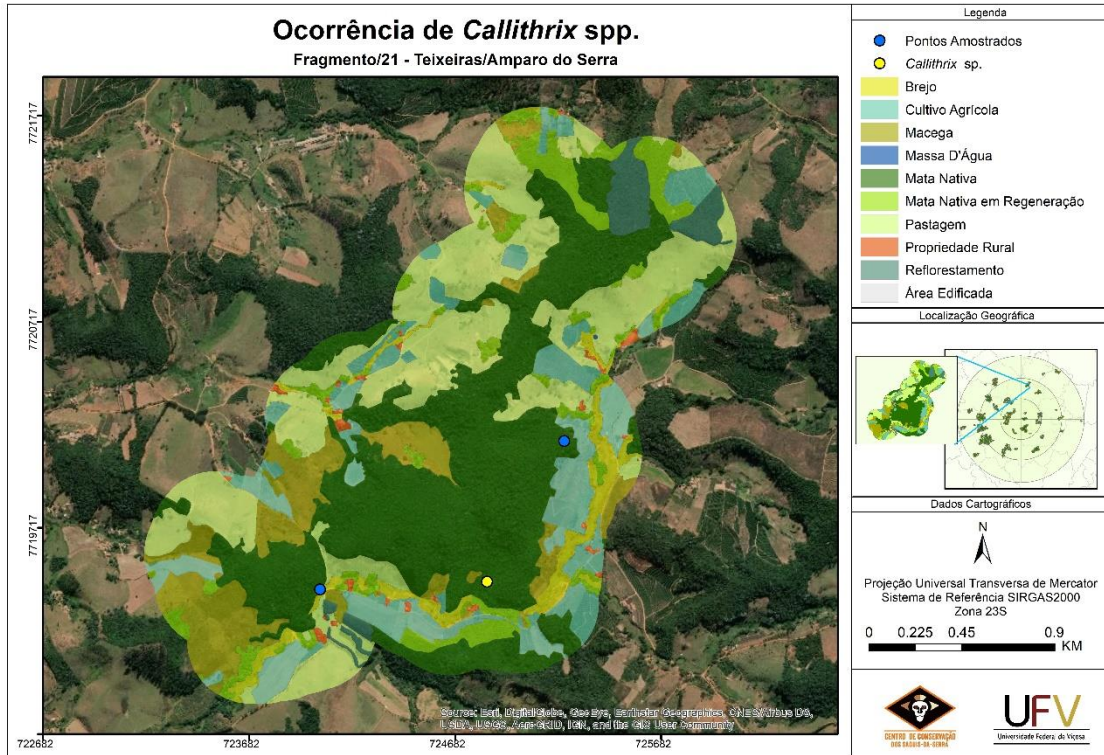


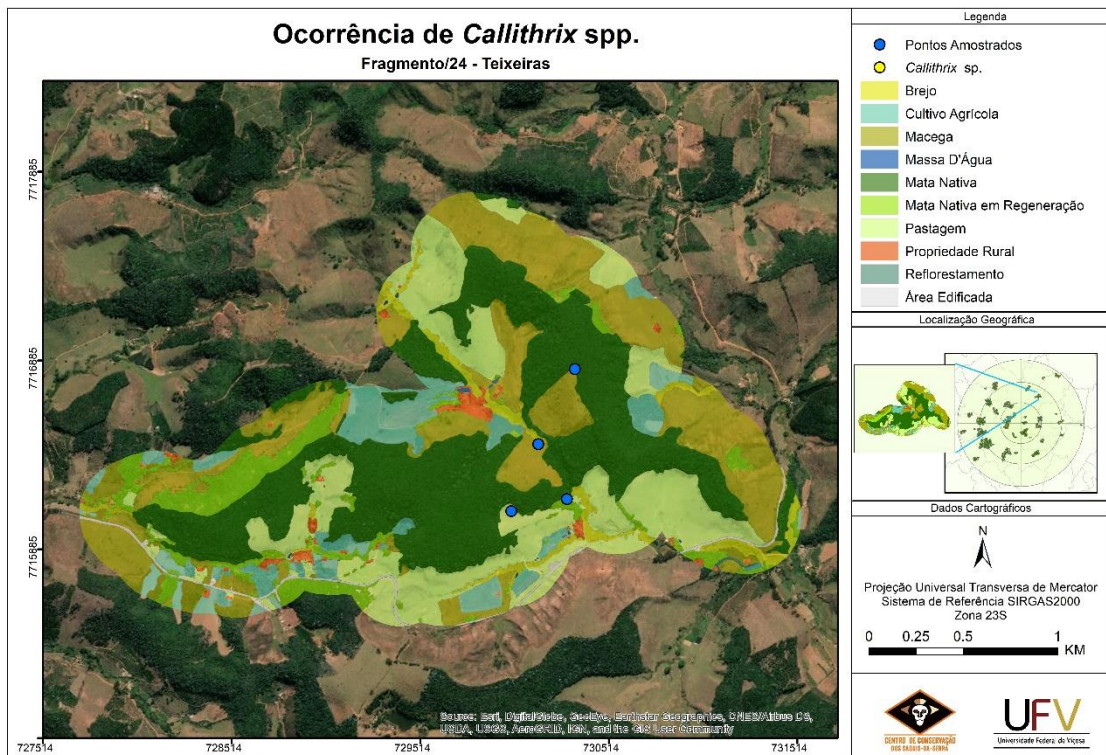
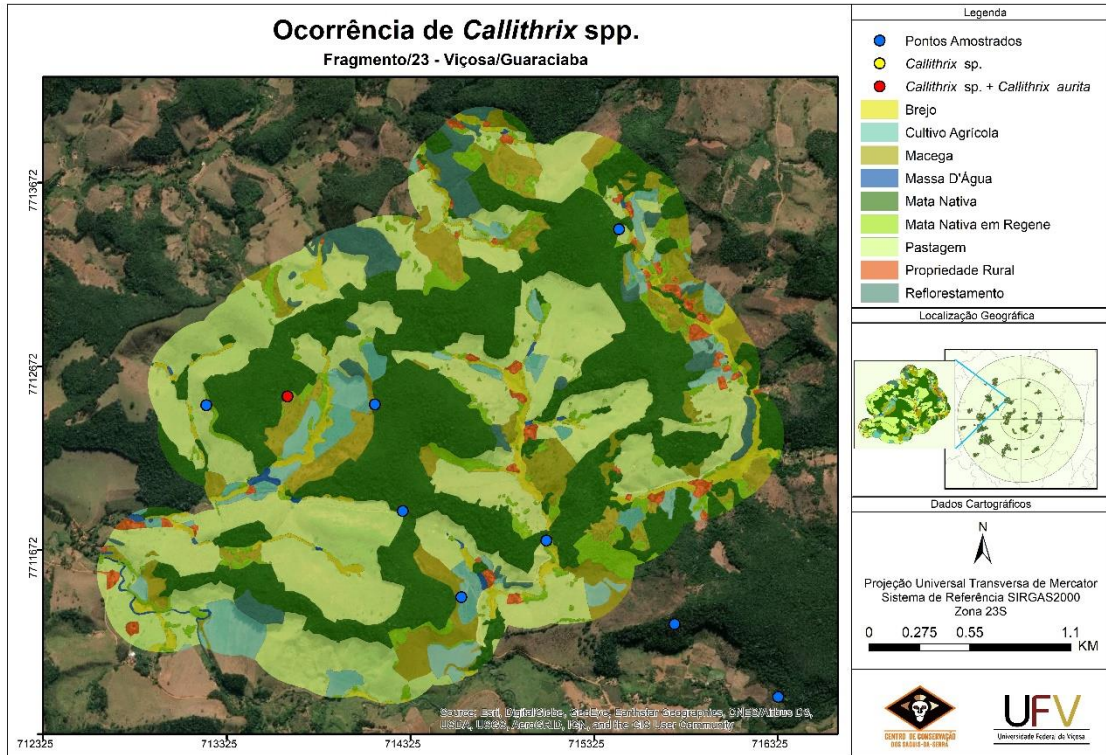


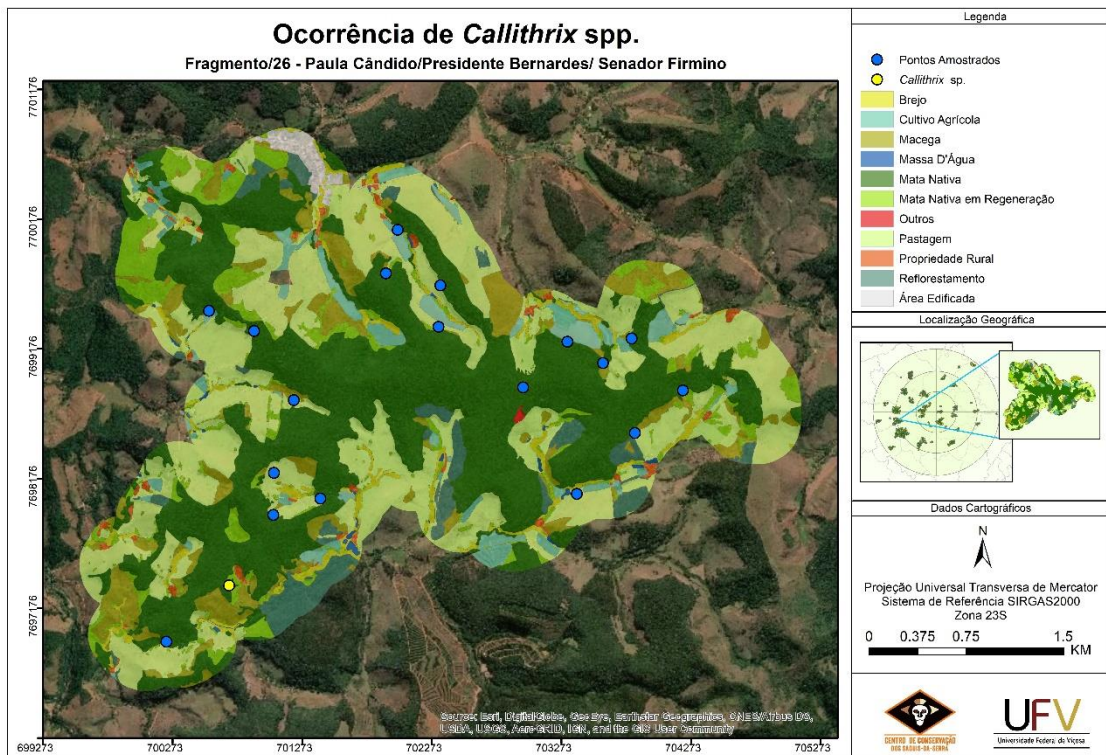
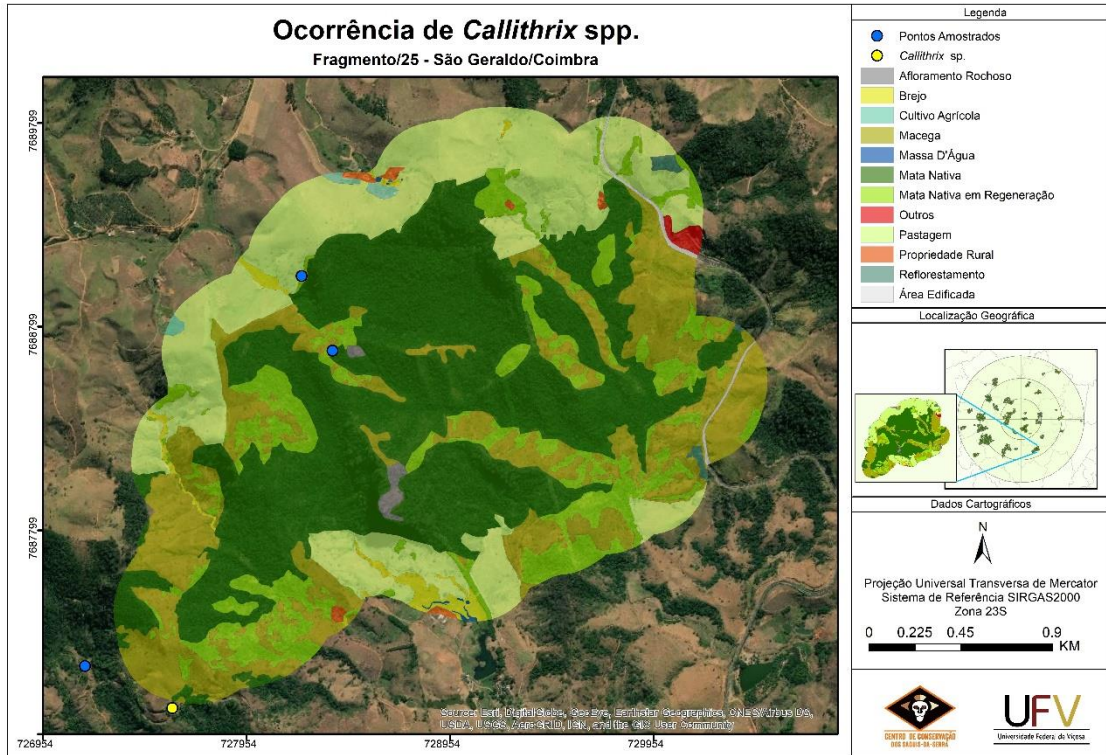


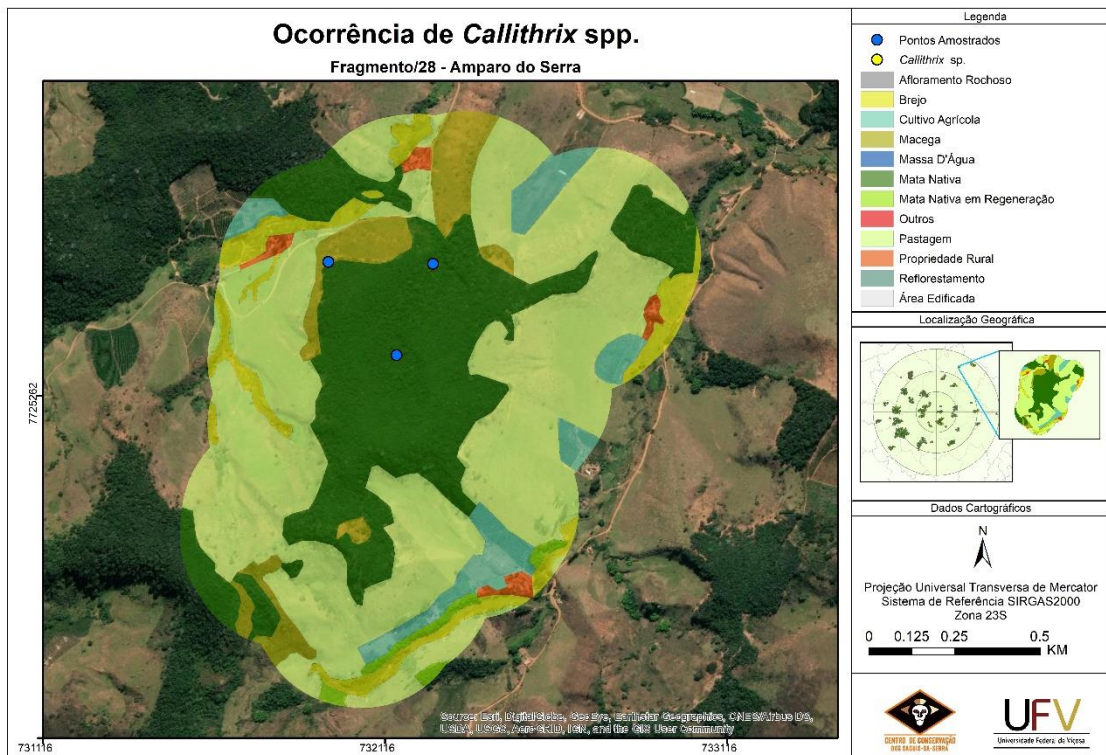
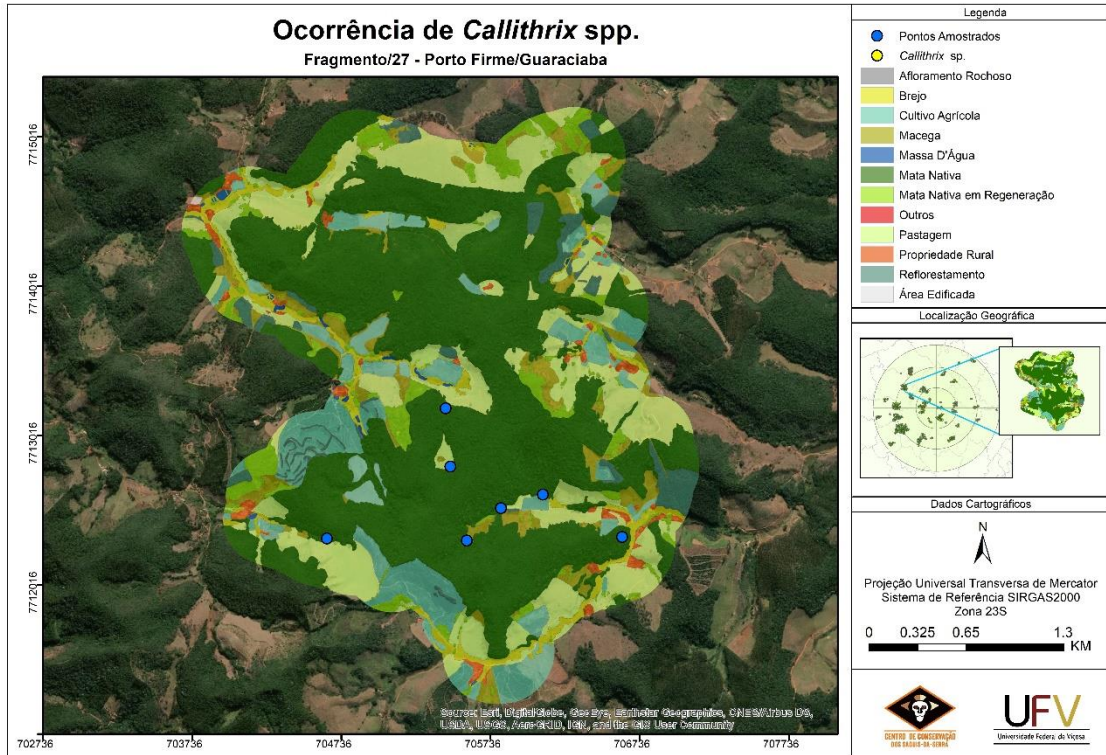


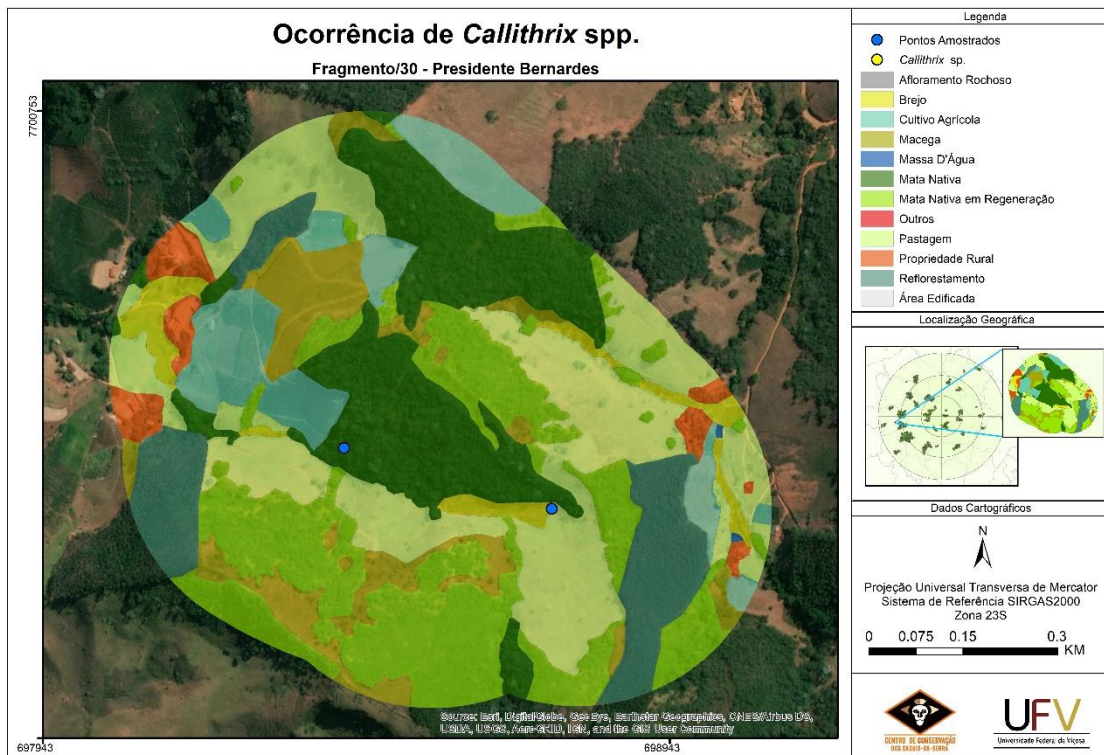
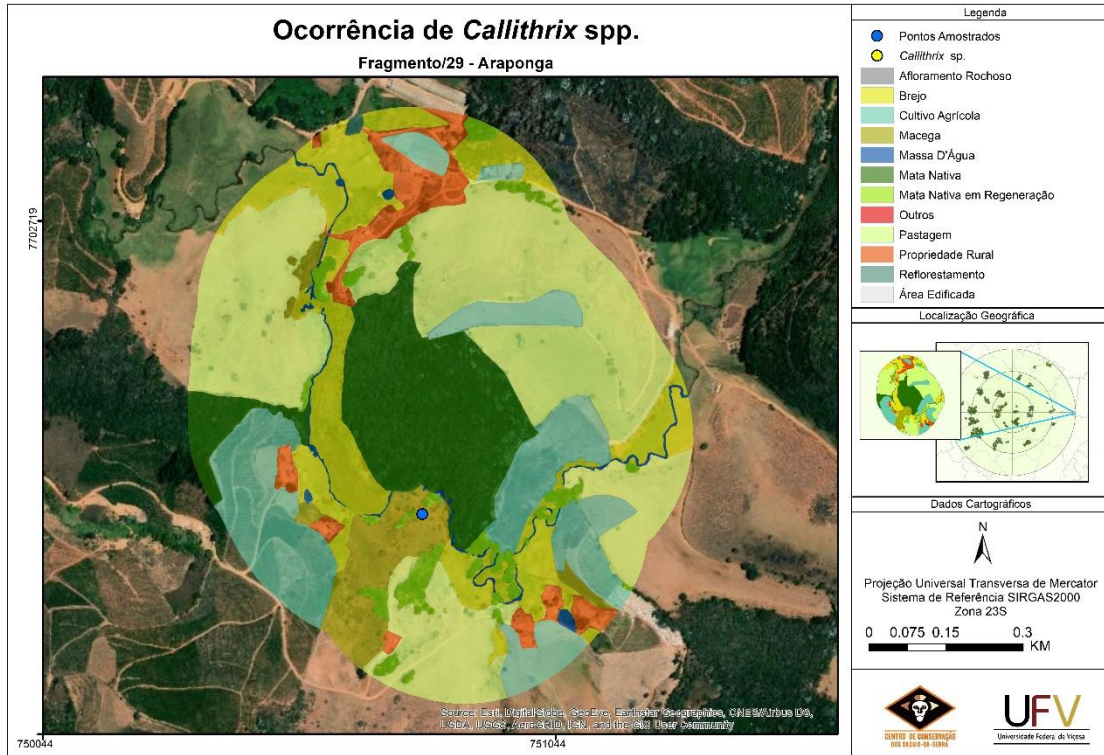


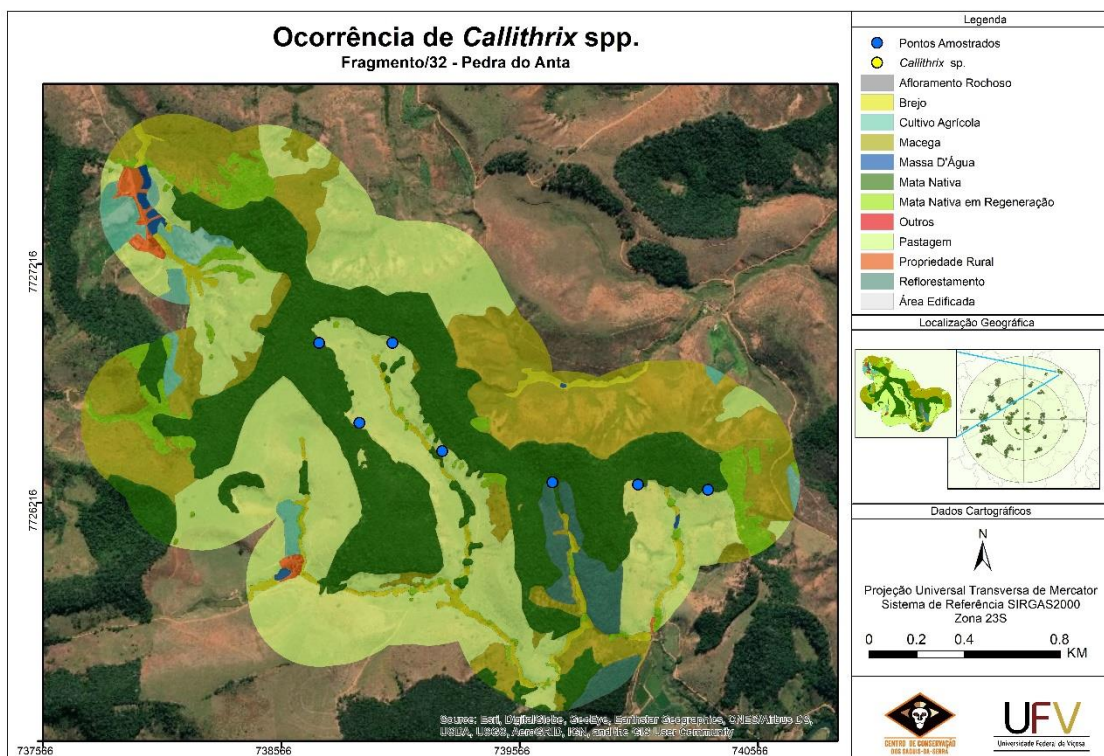
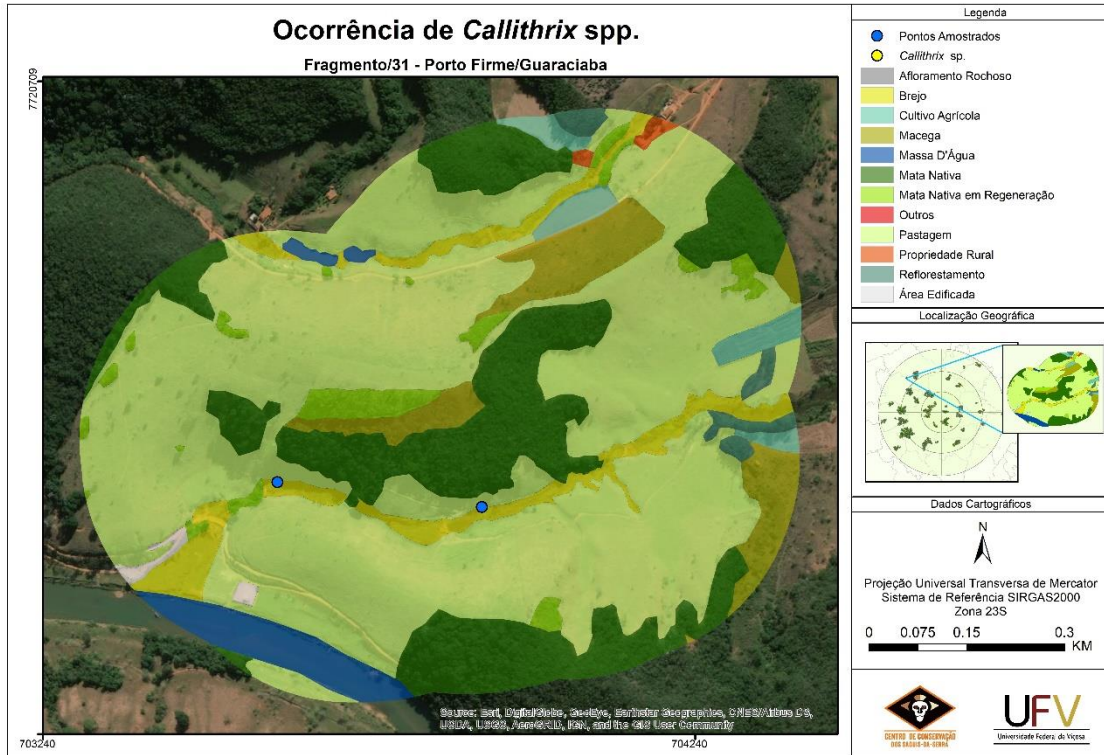


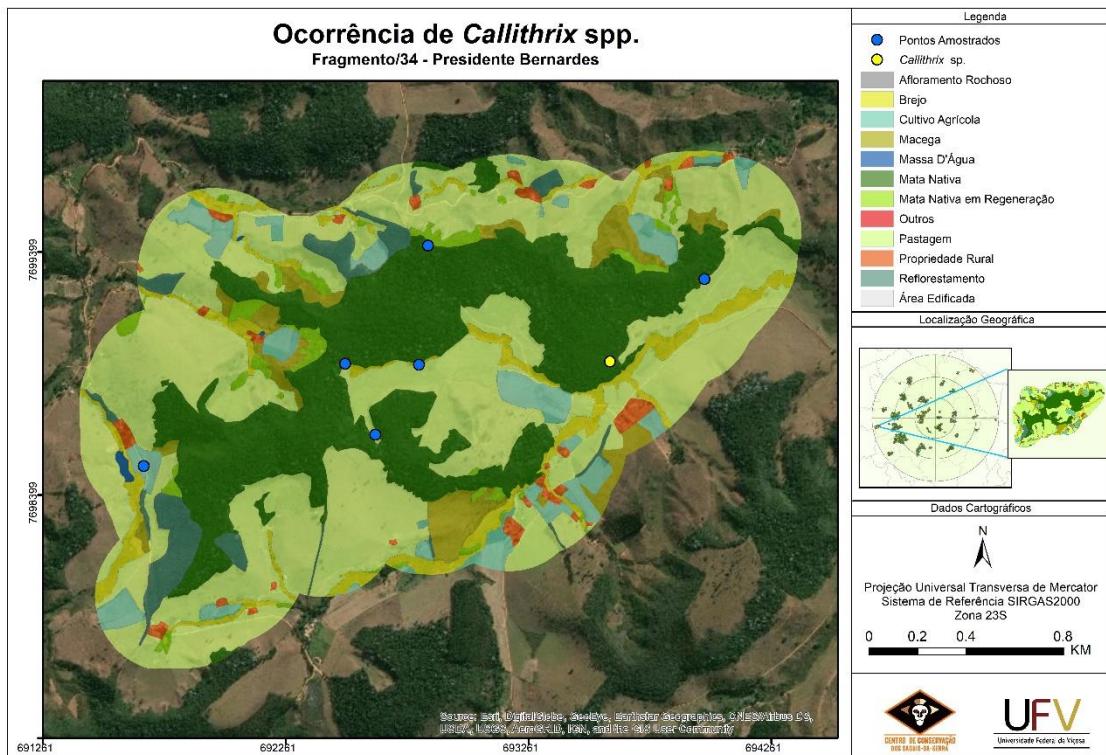
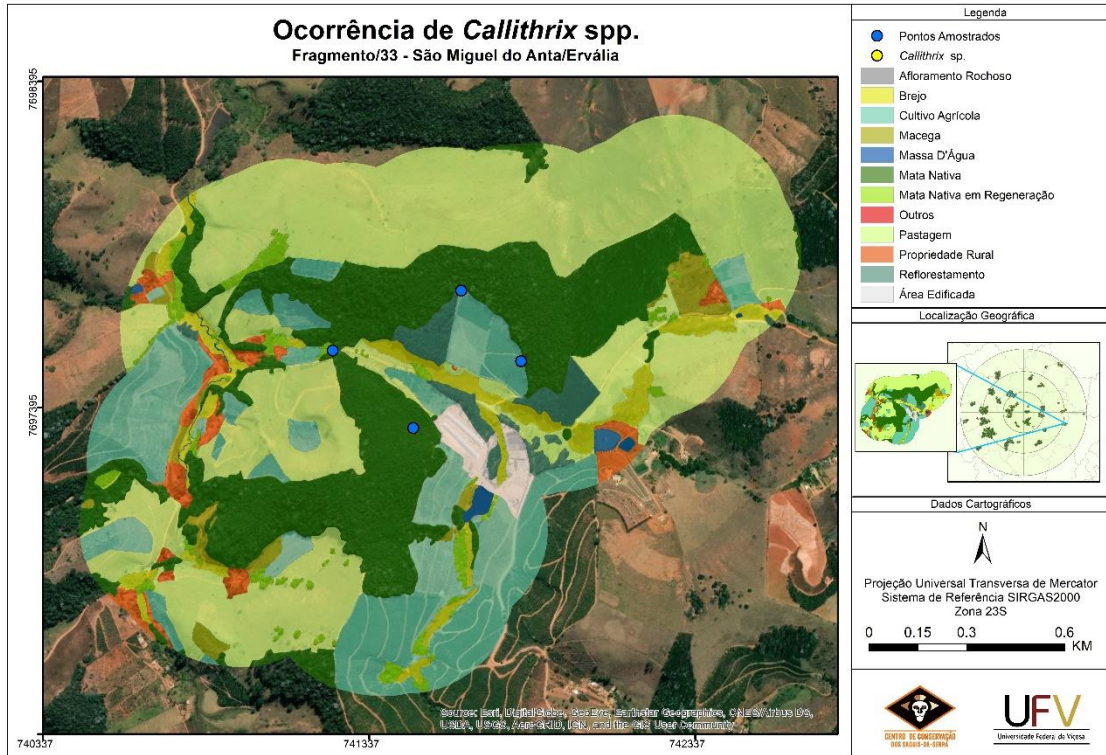


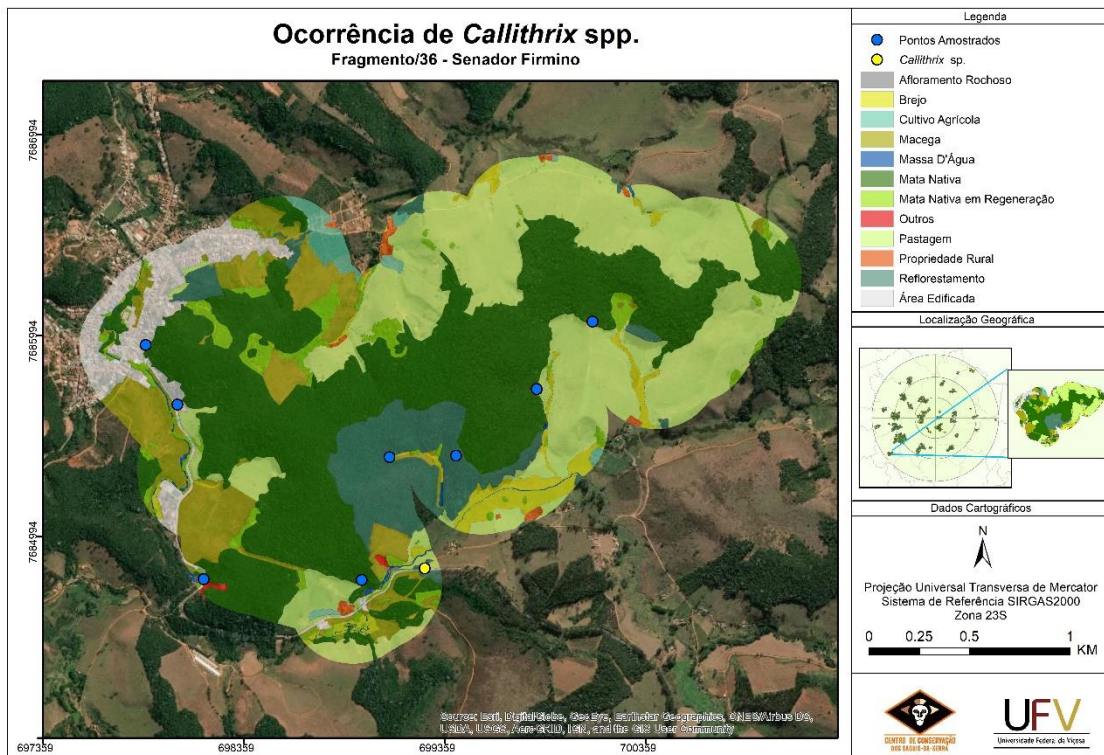
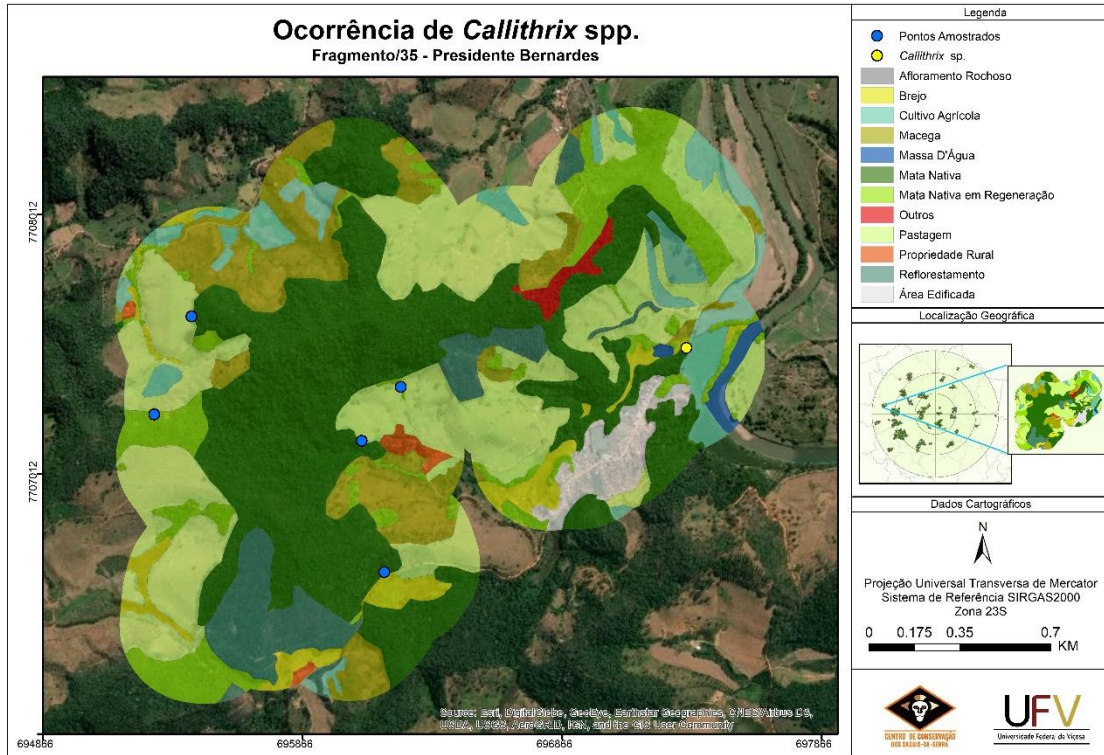


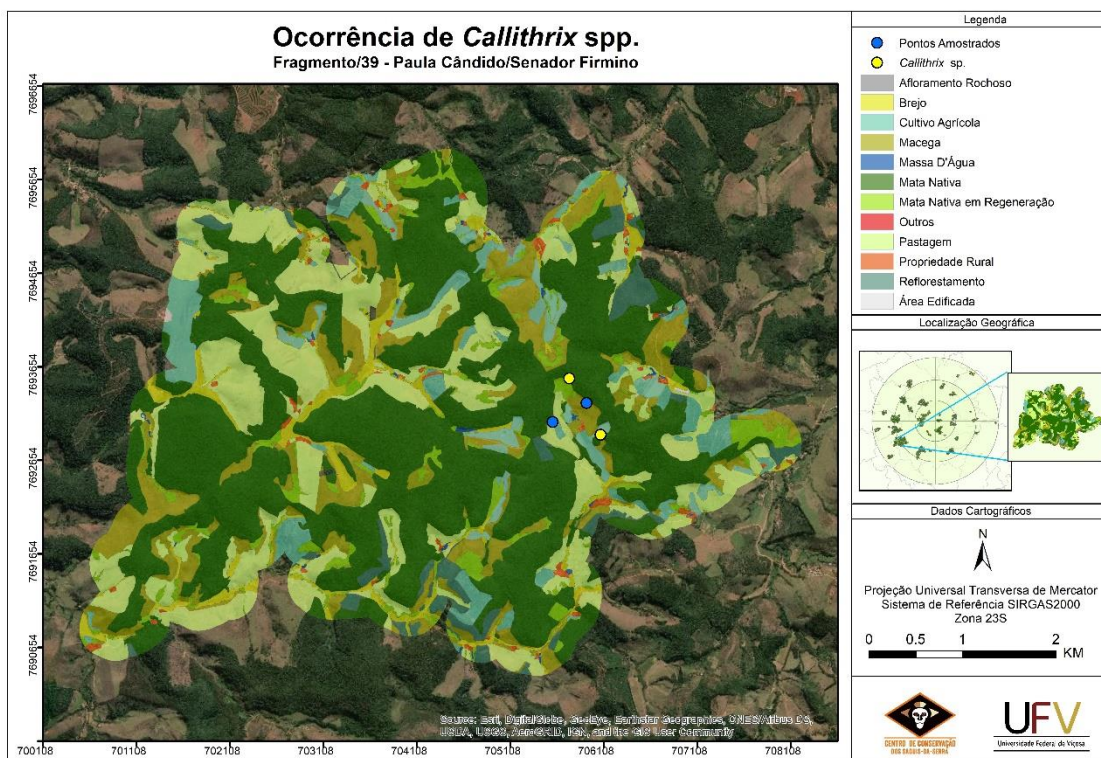


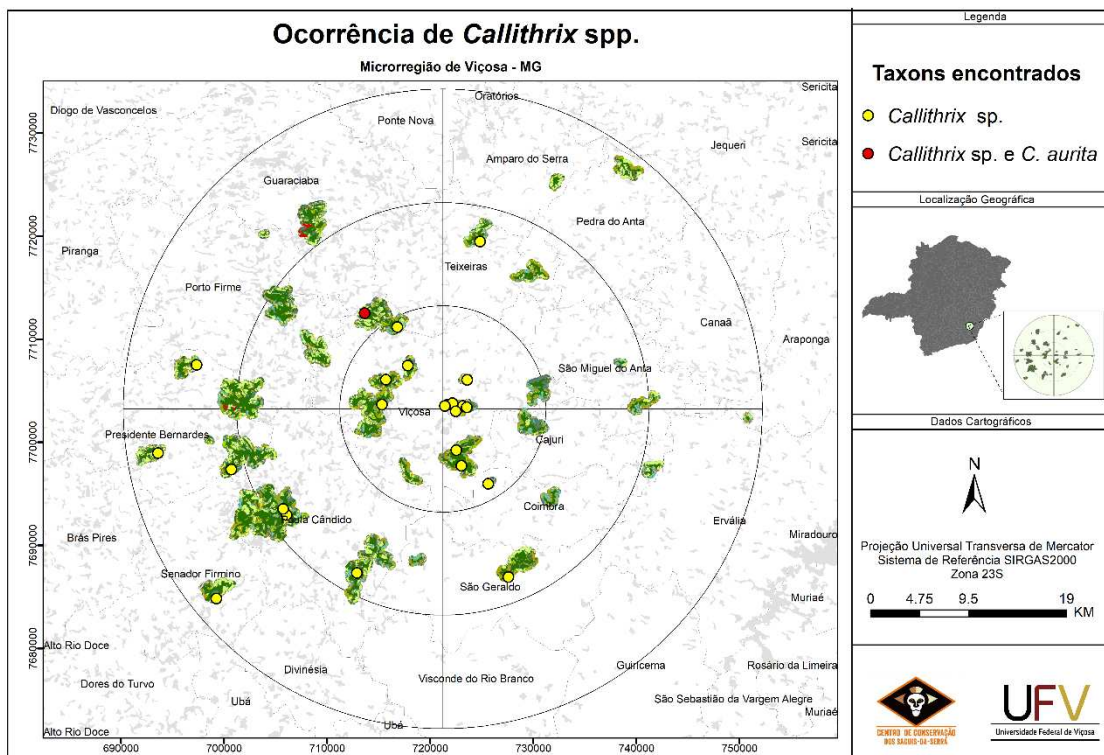
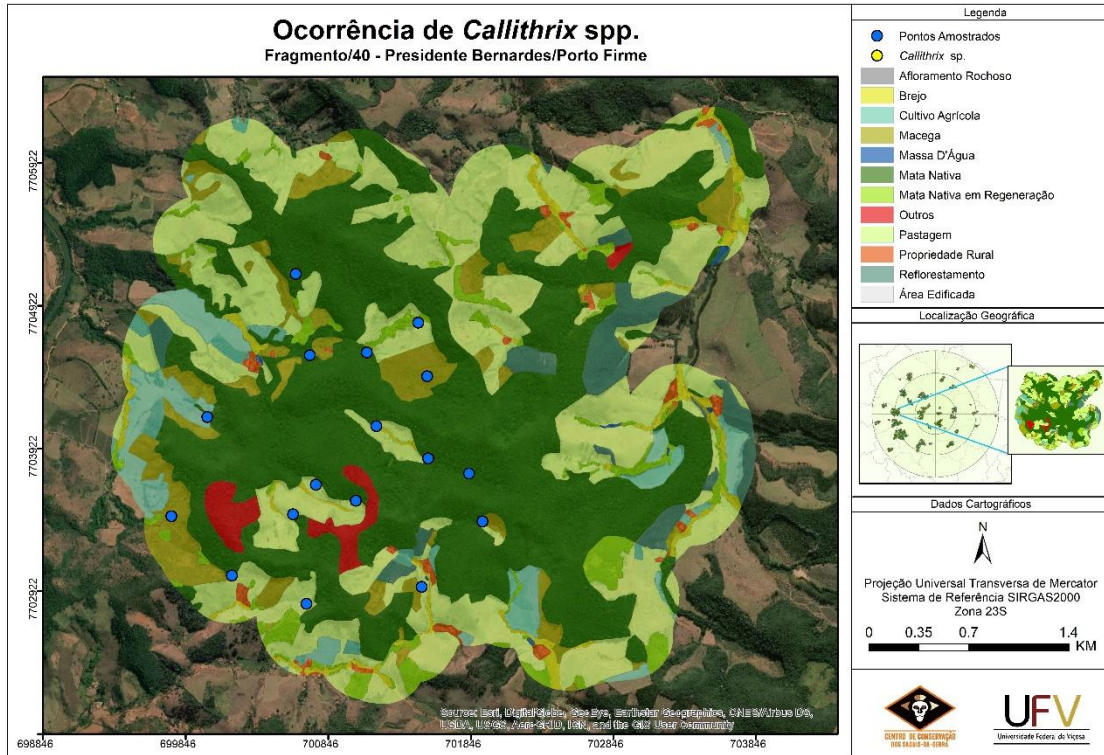












APÊNDICE B

ID_Frg	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	DV (m)	TA (ha)	P_MN	C_MN	C_EI	C_RE	
F1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,708	15.13	25.6652	42.8571	46.4286	0
F2	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,466	13.05	15.3547	50.0000	29.4118	100.0000
F3	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,071	68.16	32.4709	41.6667	9.9357	30.0000
F4	0	0	0	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5,134	59.41	27.5563	41.6667	11.1111	10.0000
F5	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,486	144.23	28.5617	30.9091	11.4919	16.3399
F6	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8,624	145.24	30.7068	22.5000	9.4118	19.0476
F7	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7,345	123.99	37.8445	28.7879	12.0910	33.3333
F8	0	1	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9,481	127	36.7523	34.8485	9.5210	0
F9	1	0	1	0	1	0	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,606	149.82	42.0864	25.7576	14.1304	0
F10	0	0	0	1	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6,062	146.74	34.5480	25.7576	10.9091	6.6667
F11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	.	.	.	.	.	.	.	5,024	400.24	42.7828	16.4835	6.1033	8.3333
F12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	6,888	320.36	36.7490	19.1176	6.1427	10.6061
F13	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,846	14	23.2179	66.6667	25.7310	0
F14	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16,965	39.88	36.0306	60.0000	24.0530	0
F15	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14,873	27	22.0613	38.4615	22.6601	0
F16	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14,133	103.78	30.5996	33.3333	13.4503	0
F17	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19,303	80	23.1092	20.0000	8.8136	6.6667
F18	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13,603	61.52	21.8365	100.0000	13.7931	46.6667
F19	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,255	195	27.8524	28.5714	7.4934	9.1503
F20	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12,994	92.22	30.8342	25.4545	12.1212	16.4835
F21	1	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,171	137.47	34.8783	24.4444	9.8560	46.6667
F22	0	0	0	0	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18,293	252	36.2872	21.8182	6.2500	6.0606
F23	0	0	0	0	0	0	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11,342	213	32.5034	14.4828	5.5309	8.2251
F24	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15,697	144	32.1236	38.1818	11.3876	0
F25	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16,625	243.70	40.7575	41.6667	10.8067	0
F26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	19,788	466.59	38.1082	11.0517	3.4719	5.7041	
F27	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18,713	398.25	50.3797	15.0198	6.3575	12.6856
F28	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24,635	41.48	29.5363	53.3333	60.0000	0
F29	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29,595	11.32	15.4119	100.0000	44.7619	0
F30	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,873	6.52	18.6515	53.5714	47.1014	33.3333
F31	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24,226	6.18	19.7990	47.6190	36.7647	50.0000
F32	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29,390	105.17	26.6462	25.0000	9.3641	100.0000
F33	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21,083	56.21	24.5288	23.1579	16.8076	52.7778
F34	0	1	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28,746	115	27.6565	40.0000	11.3978	9.8901
F35	1	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25,409	104.52	31.4162	40.0000	12.6923	26.6667
F36	0	1	0	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	28,141	172.44	37.2427	22.7941	8.5154	10.6061
F37	0	0	0	0	0	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22,129	321.93	39.7558	17.9803	5.8532	12.8655
F39	1	0	1	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	19,928	1111	45.5348	8.7179	2.0123	6.7073
F40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	.	19,663	586.80	42.8635	12.1212	4.0706	7.6923	