

Een nieuw account voor de met uitsterven bedreigde Cerrado Rocket Frog *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) (Anura: Aromobatidae), met opmerkingen over taxonomie en instandhouding

Thiago Ribeiro de Carvalho^{1,2, *}, Lucas Borges Martins^{1,2}, Ariovaldo Antonio Giaretta¹

¹ Laboratorium voor taxonomie, systematiek en evolutie van neotropische anuranen. Faculteit van geïntegreerde wetenschappen van Pontal, Federale Universiteit van Uberlândia (UFU), Rua 20, 1600, 38304-402, Ituiutaba, Minas Gerais, Brazilië.

² Graduate Program in Comparative Biology, Universiteit van São Paulo, Afdeling Biologie/FFCLRP, Avenida dos Bandeirantes, 3900, 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo, Brazilië. *Corresponderende auteur. E-mail: thiago_decarvalho@yahoo.com.br

Ingediend op 2015, 11 november; herzien op 2016, 23 maart; geaccepteerd op 26 maart 2016
Redacteur: Paolo Casale

Abstract. We rapporteren een nieuw verspreidingsrecord van *Allobates goianus* in Niquelândia (staat Goiás, Centraal-Brazilië), en de herontdekking ervan in Minaçu sinds de aanleg van het stuwmeer Serra da Mesa in 1997. Bovendien beschrijven we de oproep voor soortenreclame van Niquelândia, waarin we rapporteren over een nieuw emissiepatroon voor de soort, plus we bieden de eerste uitgebreide definitie, diagnose en interspecifieke vergelijkingen van *A. goianus* op basis van onze twee nieuw verzamelde extra exemplaren sinds de oorspronkelijke beschrijving in het midden van de jaren zeventig. *Allobates goianus* wordt vergeleken met de 22 *Allobates*-soorten waarvan bekend is dat ze in Brazilië voorkomen vanwege de geografische nabijheid. Morfologische, kleur- en akoestische eigenschappen diagnosticeren *A. goianus* van alle geanalyseerde soortgenoten, behalve *A. brunneus* en *A. olfersioides*. Onze studie vestigt de aandacht op het belang van het herontdekken van *A. goianus* op de typelocatie (Chapada dos Veadeiros) met als doel de soortgrenzen van de drie Braziliaanse *Allobates*-soorten (*A. brunneus*, *A. goianus* en *A. olfersioides*) die niet te onderscheiden met betrekking tot fenotypische eigenschappen. De staat van instandhouding van *A. goianus*, endemisch in de Cerrado van Centraal-Brazilië, wordt besproken omdat z

Sleutelwoorden. Advertentieoproep, *Allobates brunneus*, *Allobates olfersioides*, habitatfragmentatie, bedreigde soorten, typ plaats.

INVOERING

Het geslacht *Allobates* omvat momenteel 51 soorten verspreid over Zuid-Amerika aan beide zijden van de Andes en Midden-Amerika (Grant et al., 2006; Frost, 2015). *Allobates goianus* (Bokermann, 1975) werd beschreven vanuit Centraal-Brazilië (Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros, Goiás State) en wordt beschouwd als een endemische Cerrado-soort. Volgens de laatste Braziliaanse lijst van bedreigde soorten (ICMBio, 2014) is de soort recentelijk als bedreigd aangemerkt als gevolg van verlies van leefgebied, toenemende versnippering van habitats en

beperkte mate van voorkomen. Naast de typeplaats, is *A. goianus* gemeld uit slechts twee andere plaatsen, beide in de staat Goiás: i) Floresta Nacional de Silvânia, een federaal beschermd gebied (Bastos et al., 2003), van waaruit zijn advertentieoproep was onlangs beschreven door Bastos et al. (2011), en ii) Minaçu (regio Serra da Mesa), waar het in 1996 werd vastgelegd door Brandão en Araújo (2008), vóór de aanleg van het stuwmeer van Serra da Mesa, dat volgens deze auteurs zijn leefgebieden zou overstroomden.

Bij recente faunainventarisaties is *A. goianus* niet gelokaliseerd, ook niet in de hier gerapporteerde gebieden (zie Oda et al., 2009).

Morais et al., 2012; Santoro en Brandão, 2014). Bovendien is deze soort sinds de oorspronkelijke beschrijving in het midden van de jaren 70 ook niet meer gerapporteerd vanuit zijn typelocatie (Santoro en Brandão, 2014).

Het doel van dit onderzoek was het rapporteren van een nieuw verspreidingsrecord van *A. goianus* in Centraal-Brazilië, gebaseerd op twee mannelijke exemplaren, en de herontdekking ervan in Minaçu sinds de aanleg van het stuwmeer van Serra da Mesa in 1997, op basis van een gespreksopname. Verder beschrijven we de advertentieoproep van *A. goianus* uit Niquelândia op basis van een grotere steekproefomvang, en rapporteren we over een ander patroon van oproepemissie dan het eerder beschreven door Bastos et al. (2011); We bieden ook de eerste uitgebreide definitie, diagnose en interspecifieke vergelijkingen van *A. goianus* op basis van onze twee nieuw verzamelde exemplaren sinds de oorspronkelijke beschrijving door Boker

en volgt Duellman (1970); relatieve inger lengtes volgen Grant et al. (2006). Morfologische en kleurkenmerken werden beoordeeld onder een stereomicroscoop; Inger lengtes werden gemeten met een micrometrisch stuk gekoppeld aan een stereomicroscoop.

Gesprekken werden opgenomen met een Sennheiser K6/ME66 richtmicrofoon en een M-Audio Microtrack-II digitale recorder, en K6/ME67 richtmicrofoons en Marantz PMD 670 of PMD 671 digitale recorders. Beide recorders waren ingesteld op een bemonsteringsfrequentie van 48 kHz en een steekproefomvang van 16 bits. Oproepen werden geanalyseerd met Raven Pro 32-bit 1.5 beta-versie (Bioacoustics Research Program, 2012) met de volgende instellingen: venstergrootte = 256 monsters; raamtype = Hann; 3dB filter bandbreedte = 270 Hz; overlap = 85%; spronggrootte = 0,79 ms; DFT-grootte = 1024 monsters; rasterafstand = 46,9 Hz. Temporele eigenschappen werden gemeten vanaf het oscillogram en spectrale eigenschappen v. De dominante frequentie werd bepaald uit de hele oproep met behulp van de meetfunctie "Piekfrequentie". Geluidsbeelden werden gegenereerd met Seewave-pakketversie 1.7.3 (Sueur et al., 2008) op R-platformversie 3.1.0 (R Core Team, 2014) met de volgende instellingen: venstertype = Hanning; vensterlengte = 512 monsters (FFT); overlap = 85%. De definities van oproepkenmerken volgen in de meeste gevallen die van Cocrot en Ryan (1995) met terminologische wijzigingen in Carvalho et al. (2015). Notitietarief wordt uitgedrukt in noten/sec, gesprekstarief in gesprekken/min. Zie bijlage 1 voor informatie over geluidsopnamen en voucherexemplaren.

MATERIALEN EN METHODES

Veldwerk werd uitgevoerd van november tot december 2014 in de regio Serra da Mesa, gemeenten Niquelândia (14 ° 21'50"S, 48 ° 30'17"W; ca. 710 m boven zeeniveau) en Minaçu (13 ° 45'35"S, 48 ° 18'31"W; ca. 900 m boven zeeniveau), Goiás State, Centraal-Brazilië (Fig. 1). Deze plaatsen liggen respectievelijk 110 km ten zuidwesten en 95 km ten noordwesten van de typeplaats van *A. goianus*. Aangezien *A. goianus* een in Brazilië endemische Cerrado-soort is, waren interspecifieke vergelijkingen beperkt tot *Allobates*-soorten die in Brazilië voorkomen vanwege geografische nabijheid, dwz de 18 soorten die zijn opgenomen in de laatste Braziliaanse amfibieënlijst (Segalla et al., 2014): *A. brunneus* (Cope, 1887), *A. caeruleodactylus* (Lima en Caldwell, 2001), *A. conspicuus* (Morales, 2002), *A. crombiei* (Morales, 2002), *A. femoralis* (Boulenger, 1884), *A. laviventris* Melo-Sampaio, Sousa en Peloso, 2013, *A. fuscillus* (Morales, 2002), *A. gasconi* (Morales, 2002), *A. grilissimilis* Simões, Sturaro, Peloso en Lima, 2013, *A. hodli* Simões, Lima en Farias, 2010, *A. marchesianus* (Melin, 1941), *A. masniger* (Morales, 2002), *A. nidicola* (Caldwell en Lima, 2003), *A. olfersioides* (Lutz, 1925), *A. paleovarzensis* Lima, Caldwell, Biavati en Montanarin, 2010, *A. subfolionidiicans* (Lima, Sanchez en Souza, 2007), *A. sumtuosus* (Morales, 2002), *A. vanzolinus* (Morales, 2002), met de toevoeging van *A. bacurau* Simões, 2016, *A. mijgnussoni* Lima, Simões en Kaefer, 2014, *A. myersi* (Pyburn, 1981), en *A. tapajos* Lima, Simões en Kaefer, 2015, die niet waren opgenomen in deze soortenlijst. Nieuwe exemplaren zijn gedeponneerd in de collectie van amfibieën van het Museu de Biodiversidade do Cerrado aan de Universidade Federal de Uberlândia (AAG-UFU) onder de volgende toegangsnummers: AAG-UFU 5064-5065. De typereeks van *A. goianus* is gedeponneerd bij het Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) onder de volgende toegangsnummers: MZUSP 76652 (holotype), en MZUSP 73706, 76651 (paratypes).

Morfologische en kleuringskarakters volgen de diagnostische kenmerken die zijn opgesomd in Kok et al. (2013). Definities en terminologie zijn volgens Grant et al. (2006). De lengte van de snuitopening (SVL) werd gemeten met digitale schuifmaten met een nauwkeurigheid van 0,01 mm

RESULTATEN

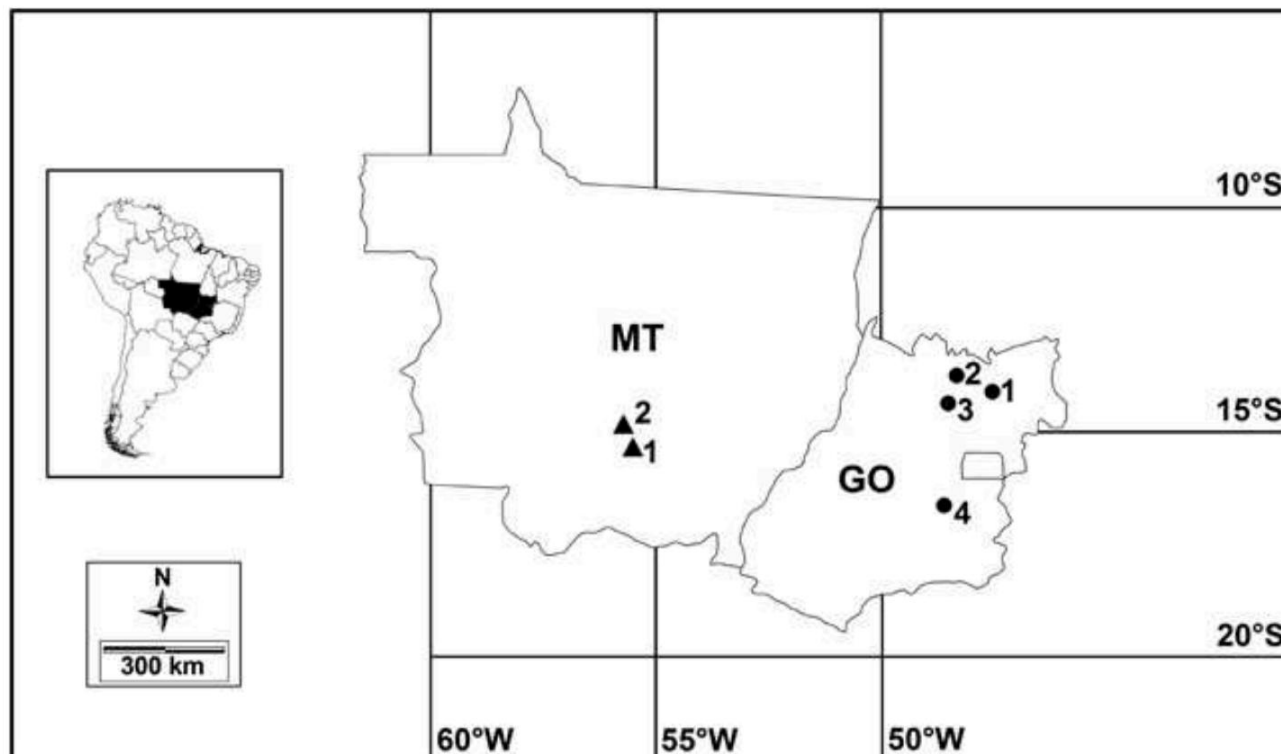
Nieuw distributierecord

Ons nieuwe verspreidingsrecord van *A. goianus* in Niquelândia bevindt zich ongeveer 110 km ten zuidwesten van de typelocatie, terwijl de plaats waar we de soort in Minaçu hebben herontdekt, ongeveer 95 km ten noordwesten van de typelocatie ligt (Fig. 1).

Morfologie en kleurpatronen

De typereeks van *A. goianus* bestaat uit drie exemplaren: het holotype (MZUSP 76652, een volwassen vrouwtje met SVL 17,4 mm); en twee paratypes (MZUSP 73706, een juveniel met SVL 12,8 mm; en MZUSP 76651, waarschijnlijk een subvolwassene met SVL 14,7 mm). Vanwege de slechte bewaaromstandigheden hebben we besloten om geen verder bewijs te zoeken voor het geslachtsrijp maken van deze exemplaren (stemspletten of interne morfologie). De kleur van het holotype was vervaagd, zodat kleurvergelijkingen beperkt waren tot de algemene kleuring van het dorsum. Dorsale vlek was nauwelijks waarneembaar en slecht omlijnd, maar toch kon deze kleureigenschap worden geassocieerd met een lancetvormige of zandlop

Morfologische kenmerken en grootte van onze pas twee verzamelde volwassen mannelijke exemplaren uit Niquelândia kwamen in wezen overeen met de holotypebeschrijving van *A. goianus* (Boker-



Afb. 1. Verspreidingskaart van *Allobates goianus* (cirkels) en *A. brunneus* (driehoeken) in de Braziliaanse Cerrado. Cirkels: (1) Alto Paraíso de Goiás, Chapada dos Veadeiros (type plaats); (2) Minaçu (Brandão en Araújo, 2008; huidige studie); (3) Niquelândia (huidige studie); (4) Sylvania (Bastos et al., 2003); Driehoeken: (1) Chapada dos Guimarães [verzamelplaatsen 1-3 in Lima et al. (2009)], vermoedelijk het type plaats [een site die volgens de oorspronkelijke beschrijving ongeveer 30 mijl ten noordoosten van Cuiabá ligt: Cope (1887)]; (2) Andere recordlocaties in Chapada dos Guimarães [verzamellocaties 4-9 in Lima et al. (2009)]. Afkortingen van de Braziliaanse staat: GO (Goiás), MT (Mato Grosso)

mann, 1975), dus hebben we de nieuw verzamelde exemplaren aan *A. goianus* toegewezen na het heronderzoek van het soortholotype. Aangezien de kleurkenmerken van het holotype niet goed konden worden beoordeeld, en ook rekening houdend met het feit dat ive van de zes diagnostische kenmerken van *A. goianus* kleurkenmerken zijn (zie in de volgende paragraaf), waren soortdefinitie, diagnose en interspecifieke vergelijkingen gebaseerd op de twee nieuw verzamelde volwassen mannetjes uit Niquelândia, waarvan de kleurkenmerken zowel in leven als in conservatie

Definitie en diagnose van *Allobates goianus* (Fig. 2-3): de monsters worden toegewezen aan *Allobates* door de afwezigheid van mediane linguale processus, keelkraag en donkere dermale kraag, en door een dagelijkse belactiviteit. De exemplaren van *A. goianus* kunnen worden onderscheiden door de volgende fenotypische kenmerken: (1) SVL, 16,8 mm en 17,0 mm; (2) in het leven huid op dorsum shagreened tot zwak korrelig posterieur; (3) annulus tympanicus posterodorsaal onduidelijk; (4) vocale zak onderscheiden, subgular; (5) maxillaire tanden afwezig; (6) distale tuberkel op inger IV aanwezig; (7) punt van inger IV bereikt distale subarticulaire tuberkel van inger III niet wanneeringers tegen elkaar worden gedrukt; (8) relatieve lengtes vaningers I (3,5 mm en 3,5 mm) en II (3,4 mm en 3,4

mm) subequal (inger I 3% langer dan inger II, $n = 2$) in lengte; (9) ingegroeide schijven zwak uitgezet; (10) zijdelingse franjes opingers afwezig; (11) middenhandsbeentje afwezig; (12) inger III niet gezwollen; (13) carpale pad afwezig; (14) thenar tuberkel opvallend, zwak uitpuilend; (15) tarsale kiel knobbelachtig en sterk gekromd aan het proximale uiteinde, zich uitstrekkend vanaf de metatarsale tuberkel; (16) tarsale rand afwezig; (17) teen IV schijf matig uitgezet; (18) basale singelband alleen

IV; (19) middenvoetplooï afwezig; (20) zwakke pre- en postaxiale franjes op tenen II-IV (preaxiale franjes die meer opvallen); (21) dorsale kleurzuring met een kenmerkende donkerbruine zandlopervormige vlek; (22) dorsolaterale streep afwezig; (23) schuine laterale streep als een diffuus breed gebied, dat zich uitstrekt van de lies tot ongeveer halverwege het lichaam, inclusief lichtgekleurde, kleine vlekken, onregelmatig gerangschikt; (24) ventrolaterale streep aanwezig, witachtig, zonder kenmerkende donkere vlekken ventrolateraal; (25) paracloacale tekens aanwezig, lichtgeel; (26) keelkleur geel in het leven, crème in bewaring; (27) crème voor het kleuren van de buik tot geel in het leven, en crème bij conservering; (28) iris metallisch goud; (29) dorsale dij kleurpatroon bruin met donker



Fig. 2. Twee volwassen mannetjes van *Allobates goianus* uit Niquelândia (staat Goiás, Centraal Brazilië). Boven: AAG-UFU 5064 (SVL 17,0 mm); onder: AAG-UFU 5065 (SVL 16,8 mm).

bruine banden/vlekken. *Allobates goianus* kan van alle vergeleken soorten worden gediagnosticeerd door de combinatie van karaktertoestanden 12, 21, 22, 24, 26, 27.

Vergelijking met Braziliaanse soortgenoten

Allobates goianus (karakterstaten van vergelijkende soorten staan tussen haakjes) kunnen worden onderscheiden van *A. bacurau* door een zandlopervormige vlek (afwezig; Simões et al., 2016); van *A. caeruleodactylus* door vingers en teenschijven donker gekleurd te hebben met witte spikkels (blauw gekleurd; Lima en Caldwell, 2001); van *A. conspicuus*, *A. masniger*, *A. paleovarzensis* en *A. tapajos* door ontbrekende dorsolaterale streep (aanwezig; Morales, 2002; Lima et al., 2010; Lima et al., 2015); van *A. subfolionidicans* door ventrolaterale streep te hebben (afwezig; Lima

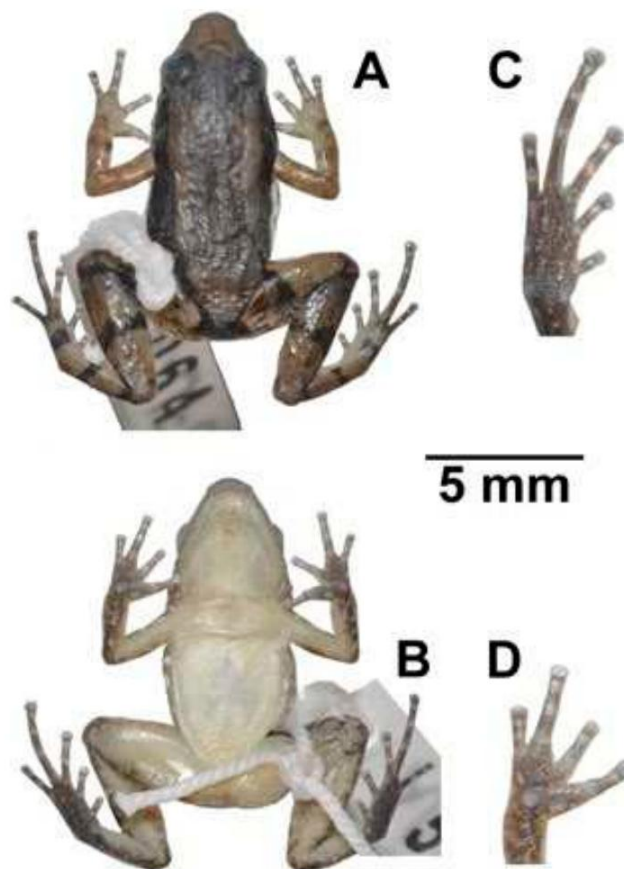


Fig. 3. Dorsale (A) en ventrale (B) aanzichten, voetzool (C) en handpalm (D) van een volwassen mannetje van *Allobates goianus* uit Niquelândia, Centraal Brazilië: AAG-UFU 5064 (SVL 17,0 mm).

et al., 2007); mannetjes van *A. goianus* kunnen worden onderscheiden van die van *A. crombiei* (transparante witachtige keel; Lima et al., 2012), *A. laviventris* (grijze of violetgrijze keel; Melo-Sampaio et al., 2013), *A. grillisimilis* (witte tot doorschijnende keel; Simões et al., 2013b), *A. magnus soni* (grijsachtige violette keel; Lima et al., 2014), *A. marche sianus* (grijze keel; Caldwell et al., 2002), *A. nidicola* (zwart tot lichtgrijze keel; Caldwell en Lima, 2003), en *A. sumtuosus* (wit tot lichtgrijze keel; Simões et al., 2013a) door een gele keel te hebben; van *A. fuscillus*, *A. gasconi*, *A. sumtuosus* en *A. vanzolinus* doordat inger III niet gezwollen is (inger III gezwollen; Morales, 2002); van *A. femoralis* (twee morfotypes met roodachtige of zwart-witte ventrale kleuring; Simões et al., 2008) en *A. hodli* (zwarte, witte en roodoranje ventrale kleuring; Simões et al., 2010) door een crème te hebben tot gele lage ventrale kleuring. Geen enkele morfologische en kleureigenschap kan *A. goianus* onduidelijk onderscheiden van *A. olfer sioides* (Verdade en Rodrigues, 2007) en *A. brunneus* (Lima et al., 2009).

Een nieuw account voor *Allobates goianus*Tabel 1. Kenmerken van de advertentieoproep van *Allobates goianus* uit de gemeenten Niquelândia en Minaçu, Goiás State, Centraal-Brazilië. n = aantal geregistreerde mannen (geanalyseerde oproepen / geanalyseerde notities). gemiddelde \pm SD (min-max).

	wijst goianus toe	
	Nicklandia n = 4 (81/82)	Minaçu n = 1 (3/9)
Gespreksduur (sec)	3,9 \pm 0,8 (0,3–11,8)	2,6 \pm 0,4 (2,1–2,9)
Oproepinterval (sec)	2,8 \pm 1,7 (0,4–15,3)	7,7 \pm 2,5 (5,9-9,4)
Gesprekken/min	8,9 \pm 1,8 (7,3–11,9)	5,9
Opmerkingen per gesprek	14,4 \pm 2,7 (2–41)	8,0 \pm 1,0 (7-9)
Opmerkingen/sec	3,5 \pm 0,1 (3,1–3,9)	2,8 \pm 0,2 (2,5-2,9)
Nootduur (msec)	40,0 \pm 2,8 (30–51)	38,4 \pm 2,4 (36–43)
Nootinterval (msec)	261,0 \pm 8,7 (203-483)	308,5 \pm 118,6 (239–599)
Fundamentele frequentie (Hz)	2630,1 \pm 56,1 (2531-2766)	2554,7 \pm 25,1 (2531-2578)
Dominante frequentie (Hz)	5230,7 \pm 184,7 (4922-5578)	5085,9 \pm 100,2 (4922-5156)
Luchttemperatuur (°C)	23,0–26,7	25.0

Advertentieoproep van *Allobates goianus* uit Niquelândia.

De vocalisatie van *A. goianus* (n = 4 mannen; tabel 1) bestaat uit een oproep met meerdere noten (Fig. 4A-B) bestaande uit 2-41 noten (gemiddelde = 14,4, SD = 2,7), met een duur variërend van 0,3–11,8 sec (gemiddelde = 3,9, SD = 0,8), gescheiden door intervallen van 0,4–15,3 sec (gemiddelde = 2,8, SD = 1,7), en uitgezonden met snelheden van 7,3–11,9 oproepen per minuut (gemiddelde = 8,9, SD = 1,8). Een paar geïsoleerde noten (n = 4 in onze steekproef) worden uitgezonden tussen typische oproepen met meerdere noten. Opmerkingen bestaan uit één type kort, niet-gepulseerd signaal met opstijgende frequentiemodulatie en kunnen ook onregelmatige amplitudemodulaties hebben (Fig. 4C). Noten duren van 30–51 msec (gemiddelde = 40,0, SD = 2,8), gescheiden door intervallen van 203–483 msec (gemiddelde = 261,0, SD = 8,7), en uitgezonden met snelheden van 3,1–3,9 noten per seconde (gemiddelde = 3,5, SD = 0,1). De dominante frequentie ligt altijd binnen de tweede harmonische, variërend van 4922–5578 Hz (gemiddelde = 5230,7, SD = 184,7). Fundamentele frequentie (eerste harmonische) pieken van 2531–2766 Hz (gemiddelde = 2630,1, SD = 56,1). Zie

Tabel 1 en Fig. 5 voor vergelijkende akoestische eigenschappen voor het mannetje opgenomen in Minaçu.

Vergelijking met advertentie-oproepen van Braziliaanse congeneren

De roep van *A. goianus* kan worden onderscheiden van die van *A. caeruleodactylus* (x = 62 msec; Lima en Caldwell, 2001) en *A. magnussoni* (65–104 msec; Lima et al., 2014) door een kortere nootduur (30–51 ms); van die van *A. crombiei* (45–69 msec; Lima et al., 2012) en *A. marche sianus* (119–212 msec; Caldwell et al., 2002) met een langer noteninterval (203–483 msec), en van die van *A. subfo*

lionidiicans (550–860 msec; Lima et al., 2007) met een korter nootinterval (203–483 msec); van die van *A. femoralis* (oproeppatronen van 2 of 4 noten; Simões et al., 2008), *A. hodli* (oproepen gevormd door twee fluitachtige tonen; Simões et al., 2010) en *A. tapajos* (oproeppatroon van 2 noten); Lima et al., 2015) door een gesprek met meerdere noten te voeren (gemiddelde = 14 noten/gesprek, modus = 16); ten opzichte van dat van *A. laviventris* (tot 10-note calls; Melo-Sampaio et al., 2013) door een groter aantal noten per call (tot 41-note calls); van die van *A. bacurau* (5890–6340 Hz; Simões, 2016), *A. grillisimilis* (5868–6651 Hz; Simões et al., 2013 b) en *A. sumtuosus* (5609–6549 Hz; Simões et al., 2013 a) door een lagere dominante frequentie (4922–5578 Hz), en van die van *A. masniger* (4363–4694 Hz; Tsuji-Nishikido et al., 2012), *A. myersi* (<3000 Hz; Simões en Lima, 2011), *A. nidicola* (3896–4413 Hz; Tsuji-Nishikido et al., 2012), en *A. paleovarzensis* (4045–5093 Hz, gemiddelde = 4534,2; Kaefer en Lima, 2012) door een hogere dominante frequentie (4922–5578 Hz, gemiddelde = 5230,7). Geen enkele akoestische eigenschap kan *A. goianus* onderscheiden (Tabel 1) van *A. brunneus* (Lima et al., 2009).

Habitat en natuurlijke historie

Mannetjes werden waargenomen tijdens regenachtige dagen op of onder vochtig bladafval, of op twijgen dicht bij de grond in rivierwouden. In Niquelândia werden exemplaren gevonden vanaf de grens tot aan het binnengalerijbos van ongeveer 50 m breed, waarvan de aangrenzende gebieden al volledig waren veranderd voor grasland. In Minaçu werden ze gevonden in een rotsachtig graslandgebied, roepend vanuit een bosgebied langs een seizoensgebonden stroompje. Op beide locaties werden rond het midden van de middag (ca. 16:00 uur) exemplaren gevonden die aan het roepen waren bij zonsondergang.

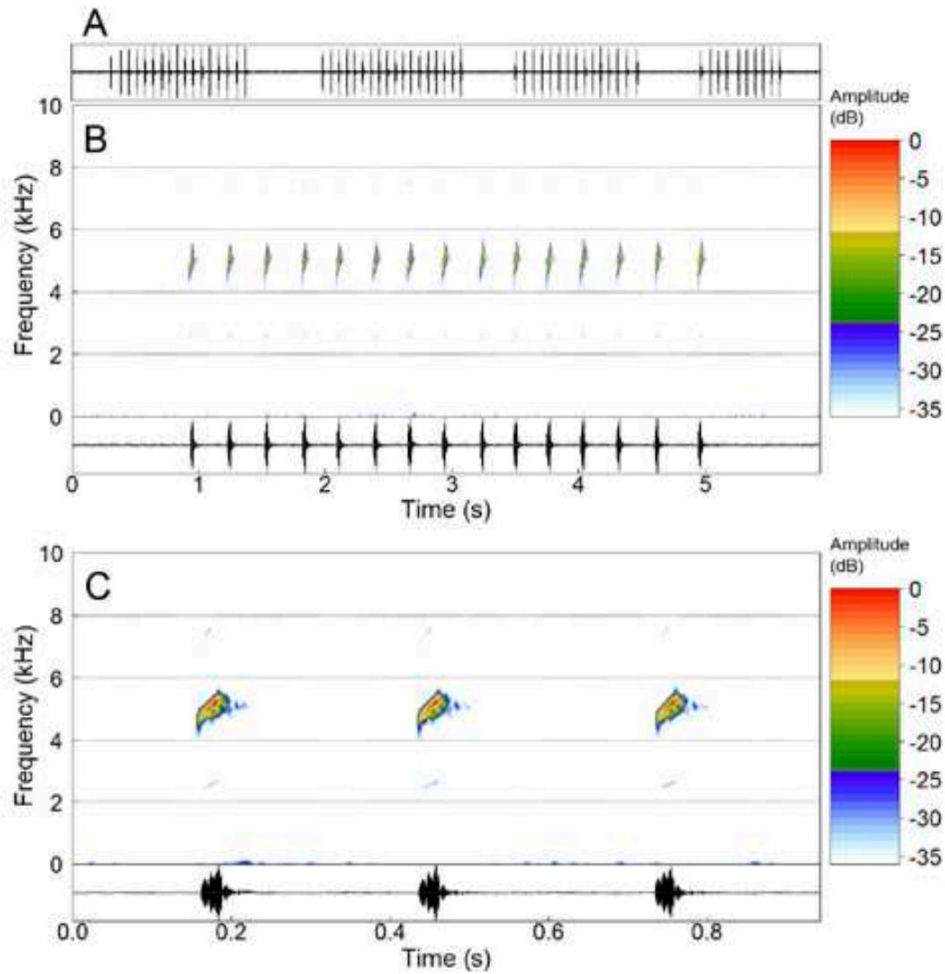


Fig. 4. Advertentieoproep van *Allobates goianus* uit Niquelândia, Goiás, Centraal-Brazilië. (A) Vier multi-note gesprekken (ca. 24,5 sec); (B) spec trogram en respectief oscillogram van de derde multi-note oproep van A; en (C) spectrogram en respectievelijk oscillogram van drie middentonen van B. Geluidsbestand: *Allobates goianus*NiquelandiaGO1cTRC_AAGm (zie bijlage 1 voor aanvullende informatie).

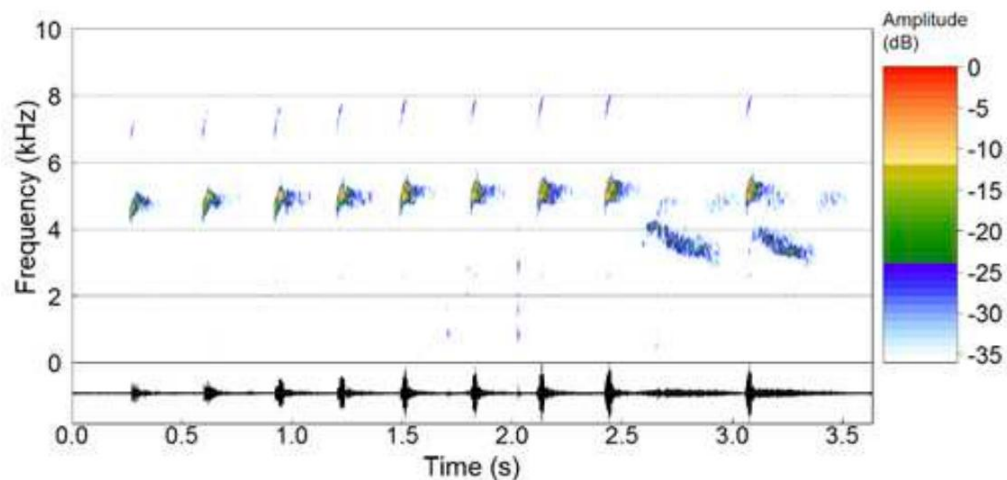


Fig. 5. Advertentieoproep van *Allobates goianus* uit Minaçu, Goiás, Centraal-Brazilië. Spectrogram en respectief oscillogram van één oproep met meerdere noten. Geluidsbestand: *Allobates goianus*MinaçuGO1LBM_AAGm671 (zie bijlage 1 voor aanvullende informatie).

DISCUSSIE

Ons nieuwe verspreidingsrecord van *A. goianus* in Niquelândia werd verwacht door Oda et al. (2009), vanwege de geografische nabijheid en vergelijkbare samenstellingen van anuranen tussen deze plaats en Minaçu in het noorden van Goiás (regio Serra da Mesa), waarbij laatstgenoemde de plaats is van waaruit *A. goianus* vóór 2001 werd geregistreerd (Brandão en Araújo, 2008). Onze geluidsopname van de soort in Minaçu bevestigt dat de soort nog steeds aanwezig is op die plaats.

De eerste beschrijving van de roep van *A. goianus* was gebaseerd op een mannetje uit Silvânia (Bastos et al., 2011) en gaf geen gedetailleerde beschrijving van het emissiepatroon, noch enig geluidsbeeld met een breed tijdsbestek (zie Fig. 2 in Bastos et al., 2011). Daarom konden we niet afleiden of het emissiepatroon zou kunnen worden toegewezen aan een oproep met meerdere noten of een continue oproep. In Silvânia was het zeldzaam om mannetjes van *A. goianus* in roepactiviteit te vinden, en de roep had een continu emissiepatroon (AR Morais pers. comm.). Daarentegen bestaat de advertentieoproep van *A. goianus* uit zowel Niquelândia als Minaçu uit een oproep met meerdere noten, en we konden dus de oproeppercentages tussen populaties niet vergelijken. Spectrale oproepkenmerken (fundamentele en dominante frequenties, dwz tweede harmonische) voor het individu uit Silvânia hadden relatief lagere waarden dan die van Niquelândia en Minaçu (zie Tabel 1; Bastos et al., 2011), terwijl waarden voor nootduur (= oproep in Bastos et al., 2011) uit Silvânia wijkt volledig af (65-79 ms) van die van Niquelândia en Minaçu-populaties (gecombineerde waardebereiken: 30-51 ms). Vanwege de kleine steekproefomvang ($N < 5$ mannen geregistreerd voor elke populatie), konden we niet onderzoeken of de verschillen tussen populaties die werden waargenomen voor de duur van de noten beter konden worden verklaard door individuele variabiliteit of de verwachte invloed van de temperatuur op de temporele kenmerken van de oproep (zie Gerhardt en Huber, 2002).

Als *A. goianus* zijn oproepen in twee verschillende emissiepatronen uitzendt, valt het onder hetzelfde patroon dat eerder werd beschreven voor *A. brunneus* door Lima et al. (2009), waarin conspeciïc mannen zowel multi-note (trilled) als continue emissiepatronen hadden. Bovendien, Caldwell et al. (2002) meldden dat twee mannetjes van *A. marchesianus* overschakelden van een reeks noten (= multi-note call) naar een continu belpatroon. Variatie in nootemissiepatronen is ook beschreven voor andere soorten *Allobates* (Simões et al., 2008, 2013a; Simões en Lima, 2011; Lima et al., 2009, 2014). Het gedrag van het wisselen van nootemissiepatronen kan verschillende boodschappen overbrengen aan specifieke en heterospecifieke individuen (Amézquita et al., 2006), en zou moeten worden aangepakt binnen een experimenteel kader.

We hebben geen enkel rechttoe rechtaan karakter (grootte, morfologie, kleurpatroon, advertentieoproep) gevonden dat *A. goianus* zou kunnen onderscheiden van *A. brunneus* (sensu Lima et al., 2009) en *A. olfersioides* (sensu Verdade en Rodrigues, 2007). *Allobates goianus* (zandlopervormige blaas) kan mogelijk worden onderscheiden van *A. olfersioides* (enkele of meervoudige kruisende X'en; Verdade en Rodrigues, 2007) door verschillende karakterstatussen voor de dorsale markeringen. Aan de andere kant kunnen deze kleurpatronen soms zo variabel zijn in vorm, omtrek en contrasterende achtergrondkleur dat deze karaktertoestanden in sommige gevallen nauwelijks van elkaar te onderscheiden zijn. We nemen dus aan dat deze kleureigenschap geen betrouwbaar kenmerk is voor het onderscheid tussen *A. goianus* en *A. olfersioides*.

Het is opmerkelijk dat er een grote kloof is (ca. 750 km horizontale afstand) tussen de verspreidingsrecords voor de twee soorten (*A. brunneus* en *A. goianus*) die voorkomen in de Cerrado van Centraal- en West-Brazilië (Fig. 1), en beide Cerrado-soorten zijn volledig geïsoleerd van *A. olfersioides* (minstens 800 km tussen de verspreidingsrecords voor *A. goianus* en *A. olfersioides*), die beperkt is tot het Atlantische Woud (zie Fig. 1 in Verdade en Rodrigues, 2007). Deze resultaten werpen licht op het belang van de herontdekking van *A. goianus* op de typelocatie (Chapada dos Veadeiros), wat een formele herbeschrijving van de soort mogelijk zou maken, evenals een vergelijkende analyse van de drie Braziliaanse soorten *Allobates* zonder een duidelijke discriminatie op soortniveau door middel van fenotypische eigenschappen, inclusief een herwaardering van hun soortlimieten aangevuld met genetische informatie.

Verdere studies zijn nog steeds nodig om aanvullende informatie op populatieniveau over *A. goianus* te beoordelen, waardoor onze kennis over de instandhoudingsbedreigingen en risico's van uitsterven van zijn geïsoleerde populaties in Centraal-Brazilië wordt. De door ons geregistreerde populatie in Niquelândia komt bijvoorbeeld voor in een bijna volledig door mensen veranderd gebied, en zo'n bosrest wordt waarschijnlijk behouden dankzij de loop van een stroompje in het bos. Desalniettemin is het toezicht en toezicht door de overheid beperkt en zijn deze gebieden niet vrij van bedreigingen. Bovendien lijken populaties van *Cha pada dos Veadeiros* en Silvânia, ondanks het feit dat ze zich in beschermde gebieden bevinden, ook bedreigd te worden (Morais et al., 2012; ICMBio, 2014; Santoro en Brandão, 2014) als gevolg van habitatfragmentatie (ICMBio, 2014).

daarom vereist dit ongunstige scenario onmiddellijke aandacht, met name instandhoudingsstrategieën die gericht zijn op het behoud van de weinige overgebleven beboste gebieden en het tot stand brengen van verbindingen tussen deze gebieden in de Braziliaanse Cerrado, wat niet alleen kan helpen bij deze bedreigde en slecht bekende *Allobates*-soort, maar ook zeven-

Er zijn nog andere bosbewoners die in deze regio wonen, die momenteel onder verhoogde druk staan, voornamelijk als gevolg van versnippering van leefgebieden.

DANKBETUIGING

Financiële steun werd verleend door CNPq, FAPESP en FAPESP. Een onderzoeksbeurs van CNPq aan AAG. Doctoraatsbeurzen door FAPESP aan TRC en CNPq aan LBM. Speciale dank aan Christine Strussmann voor het beschikbaar stellen van een vergelijkende opname van *A. brunneus*, Taran Grant voor het beschikbaar stellen van lettermateriaal onder zijn hoede in Museu de Zoologia da Universidade São Paulo, Alessandro R. Morais voor het delen van relevante veldinformatie over *A. goianus*, Leandro Drummond voor het verstrekken van vergelijkende foto's van *Allobates*, Philippe Kok en anonieme reviewers voor waardevol commentaar op eerdere versies van dit onderzoek. De ophaalvergunning is verleend door Instituto Chico Mendes via het online platform Sis tema de Autorização e Informação em Biodiversidade (ICMBio/SISBIO 30059-5).

REFERENTIES

- Amézquita, A., Hödl, W., Lima, AP, Castellanos, L., Erdtmann, L., Araújo, MC (2006): Maskeringsinterferentie en de evolutie van het akoestische communicatiesysteem in de Amazone dendrobatide kikker *Allobates femoralis*. *Evolutie* 60: 1874-1887.
- Bastos, RP, Motta, JAO, Lima, LP, Guimarães, LD (2003): Amfibieën uit het Silvéria National Forest, staat Goiás. Grafische stylo en redacteur, Goiânia.
- Bastos, RP, Signorelli, L., Morais, AR, Costa, TB, Lima, LP, Pombal, JP, Jr. (2011): advertentieoproep van drie anuransoorten (Amphibia) uit de Cerrado, centraal Brazilië. *Zuid Am. J. Herpetol.* 6: 67-72.
- Bioacoustics Research Program (2012): Raven Pro: interactieve software voor geluidsanalyse (versie 1.5). *hij Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York.*
- Bokermann, WCA (1975): Een nieuwe soort *Colos tethus* uit centraal Brazilië (Anura, Dendrobatidae). *Iheringia, ser. dierentuin* 46:13-16.
- Brandão, RA, Araújo, AFB (2008): veranderingen in de soortenrijkdom en overvloed van anuran als gevolg van overstromingen van waterkrachtcentrales in centraal Brazilië. *Biotropica* 40: 263-266.
- Caldwell, JP, Lima, AP (2003): Een nieuwe Amazone-soort *Colostethus* (Anura: Dendrobatidae) met een nidicolous kikkervisje. *Herpetologica* 59: 219-234.
- Caldwell, JP, Lima, AP, Keller, C. (2002): Herbeschrijving: van *Colostethus marchesianus* (Melin, 1941) uit zijn typeplaats. *Copeia* 2002: 157-165.
- Carvalho, TR, Martins, LB, Teixeira, BFVT, Godinho, LB, Giaretta, AA (2015): Intraspecifieke variatie in akoestische eigenschappen en lichaamsgrootte, en nieuwe distributierecords voor *Pseudopaludicola giarettai* Carvalho, 2012 (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae): implicaties voor de congene diagnose. *Pap. Avulsos Zoo.* 55: 245-254.
- Cope, ED (1887): Synopsis van de Batrachia en Reptielen verkregen door HH Smith, in de provincie Mato Grosso. *P. Ben. Filos. soc.* 24: 44-60.
- Cocot, RB, Ryan, MJ (1995): Reclamepatronen noemen evolutie in padden en reftrekkers. *dier. Gedrag* je. 49: 283-303.
- Duellman, WE (1970): *hij hylid kikkers van Midden-Amerika ca. Monografieën van het Museum of Natural History van de Universiteit van Kansas, Lawrence.*
- Frost, DR (2015): Amfibieën van de wereld: een online referentie, versie 6.0. Amerikaans natuurhistorisch museum, VS.
- Gerhardt, HC, Huber, F. (2002): *Akoestische communicatie bij insecten en anuranen. e University of Chicago Press, Chicago en Londen.*
- Grant, T., Frost, DR, Caldwell, JP, Gagliardo, R., Haddad, CFB, Kok, PJR, Means, DB, Noonan, BP, Schargel, WE, Wheeler, WC (2006): *Phylogenetische systematiek van de pijlgifkikkers en hun verwanten (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). B. Ben. puree nat. geschiedenis* 299:1-262.
- ICMBio, Instituto Chico Mendes (17 december 2014): *verordening van het ministerie van Milieu (MMA) nr. 444. Staatsblad van de Unie, sectie 1, pp. 121-126.*
- Kaefer, IL, Lima, AP (2012): seksuele signalen van de Amazonische kikker *Allobates paleovarzensis*: geografische variatie en stereotypie van akoestische eigenschappen. *Gedrag* 149: 15-33.
- Kok, PJR, Hölting, M., Ernst, R. (2013): Een derde micro-endemisch voor Iwokrama Mountains van centraal Guyana: een nieuwe "cryptische" soort *Allobates Zimmerman* en *Zimmerman*, 1988 (Anura: Aromobatidae). *org. duikers. Evol.* 13: 621-638.
- Lima, AP, Caldwell, JP (2001): Een nieuwe Amazone-soort *Colostethus* met hemelsblauwe cijfers. *Herpetologica* 57: 180-189.
- Lima, AP, Caldwell, JP, Biavati, G., Montanarin, A. (2010): Een nieuwe soort *Allobates* (Anura: Aromobatidae) uit Paleovarzea Forest in Amazonas, Brazilië. *Zootaxa* 2337: 1-17.
- Lima, AP, Caldwell, JP, Strussmann, C. (2009): herdefinitie van *Allobates brunneus* (Cope) 1887 (Anura: Aromobatidae: Allobatinae), met een beschrijving van

Een nieuw account voor *Allobates goianus*

- het kikkervisje, de roep en het voortplantingsgedrag. *Zootaxa* Segalla, MV, Caramaschi, U., Cruz, CAG, Grant, T., Haddad, 1988: 1-16.
- Lima, AP, Erdtmann, LK, Amézquita, A. (2012): Advertentieoproep en kleur in het leven van *Allobates crombiei* (Morales) "2000" [2002] (Anura: Aromobati dae) uit de typeplaats (Cachoeira do Espelho), Xingu-rivier, Brazilië. *Zootax* 3475: 86-88.
- Lima, AP, Sanchez, DEA, Souza, JRD (2007): Een nieuwe Amazone-soort van het kikkergeslacht *Colostethus* (Dendrobatidae) die haar eieren aan de onderkant van bladeren legt. *Copeia* 2007: 114-122.
- Lima, AP, Simões, PI, Kaefer, IL (2014): Een nieuwe soort *Allobates* (Anura: Aromobatidae) uit het stroomgebied van de Tapajós, de staat Pará, Brazilië. *Zootaxa* 3889: 355-387.
- Lima, AP, Simões, PI, Kaefer, IL (2015): Een nieuwe soort *Allobates* (Anura: Aromobatidae) uit Amazon National Park, Pará State, Brazilië. *zootax* 3980: 501-525.
- Melo-Sampaio, PR, Souza, MB, Peloso, PLV (2013): Een nieuwe, oeverachtige soort *Allobates Zimmermann* en *Zimmermann*, 1988 (Anura: Aromobatidae) uit het zuidwesten van het Amazonegebied. *Zootaxa* 3716: 336-348.
- Morais, AR, Bastos, RP, Vieira, R., Signorelli, L. (2012): Herpetofauna van het Silvânia National Forest, een overblijfsel van Cerrado in centraal Brazilië. *Neotrop. Biol. behouden*. 7: 114-121.
- Morales, VR "2000" (2002): Systematiek en biogeografie van de *trilineatus*-groep (Amphibia, Anura, Denbro batidae, *Colostethus*) met een beschrijving van elf nieuwe soorten. *publicatie Assoc. Vrienden Doñana* 13: 1-59.
- Oda, FH, Bastos, RP, Lima, MACS (2009): Taxocenose van anuran-amfibieën in Cerrado do Alto Tocantins, Niquelândia, staat Goiás: diversiteit, lokale distributie en seizoensgebondenheid. *Neotrop Biota*. 9: 219-232.
- R Core Team (2014): R Foundation for Statistical Computing, Oostenrijk. <http://www.R-project.org>.
- Santoro, GRCC, Brandão, RA (2014): reproductieve modi, habitatgebruik en rijkdom aan anurans uit Chapada dos Veadeiros, centraal Brazilië. *Noord West. J. dierentuin*. 10: 365-373.
- Simões, PI (2016): Een nieuwe soort verpleegsterkikker (Aromo batidae, *Allobates*) uit het stroomgebied van de Madeira-rivier met een klein geografisch bereik. *Zootaxa* 4083: 501-525.
- Simões, PI, Kaefer, IL, Farias, IP, Lima, AP (2013a): een integrale beoordeling van de diagnose en distributie van *Allobates sumtuosus* (Morales, 2002) (Anura, Aromobatidae). *Zootaxa* 3746: 401-421.
- Simões, PI, Lima, AP (2011): de complexe advertentieoproepen van *Allobates myersi* (Pyburn, 1981) (Anura: Aromobatidae) uit São Gabriel da Cachoeira, Brazilië. *Zootaxa* 2988: 66-68.
- Simões, PI, Lima, AP, Farias, IP (2010): de beschrijving van een cryptische soort die verband houdt met de pan-Amazoni en kikker *Allobates femoralis* (Boulenger 1883) (Anura: Aromobatidae). *Zootaxa* 2406: 1-28.
- Simões, PI, Lima, AP, Magnusson, WE (2008): Akoestische en morfologische differentiatie in de kikker *Allobates femoralis*: relaties met de bovenste rivier de Madeira en andere potentiële geologische barrières. *Biotrop ica* 40: 607-614.
- Simões, PI, Sturaro, MJ, Peloso, PLV, Lima, AP (2013 b): Een nieuwe verkleinwoordsoort van *Allobates Zimmermann* en *Zimmermann*, 1988 (Anura, Aromobati dae) uit de noordwestelijke Rio Madeira-Rio Tapajós interluve, Amazonas, Brazilië. *Zootaxa* 3609: 251-273.
- Sueur, J., Aubin T., Simonis, C. (2008): Seewave, een gratis modulair hulpmiddel voor geluidsanalyse en synthese. *Bio akoestiek* 18: 213-226.
- Tsuji-Nishikido, BM, Kaefer, IL, Freitas, FC, Menin, M., Lima, AP (2012): Aanzienlijk maar niet diagnostisch: differentiatie door morfologie en oproepen in de Amazone-kickers *Allobates nidicola* en *A. masniger*. *Herpetol. J.*22: 105-114.
- Verdade, LK, Rodrigues, MT (2007): Taxonomische beoordeling van *Allobates* (Anura, Aromobatidae) uit het Atlantische Woud, Brazilië. *J. Herpetol.* 41: 566-580.

BIJLAGE 1

Lijst met geluidsopnamen van *Allobates goianus* uit de regio Serra da Mesa (Niquelândia en Minaçu, Goiás State: GO) met de respectievelijke vouchermannetjes (AAG-UFU-toetredingsnummers) en aanvullende informatie.

Plaats	Geluidsopname	Waardebon	Tijd; Datum
Nickelland (GO)	Allobates_goianusNiquelandiaGO1aTRC_AAGm	5064	17:49 uur; 19 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO1bTRC_AAGm	5064	17:52 uur; 19 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO1cTRC_AAGm	5064	17:53 uur; 19 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO2TRC_AAGm	niet opgehaald	18:16 uur; 19 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO3LBM_AAGm671	niet opgehaald	17:20 uur; 20 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO4aLBM_AAGm671	5065	17:40 uur; 20 dec 2014
	Allobates_goianusNiquelandiaGO4bLBM_AAGm671	5065	17:41 uur; 20 dec 2014
Minaçu (GO)	Allobates_goianusMinacuGO1LBM_AAGm671	niet opgehaald	17:15 uur; 22 nov 2014