

Desvendando a paternidade múltipla em ninhos de tartarugas*

Sara Romana Dias Dionizio^{1,2}, Victor Felipe Mendanha de Lima¹, Amanda Alves de Melo^{1,2}, Larissa Resende Carvalho^{1,2}, Ramilla dos Santos Braga-Ferreira¹, Leo Caetano Fernandes da Silva³, Mariana Pastori Lara³, Mariana Pires de Campos Telles^{1,2,4}

¹ Laboratório de Genética & Biodiversidade, ICB, Universidade Federal de Goiás, Goiânia

² Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, ICB, Universidade Federal de Goiás

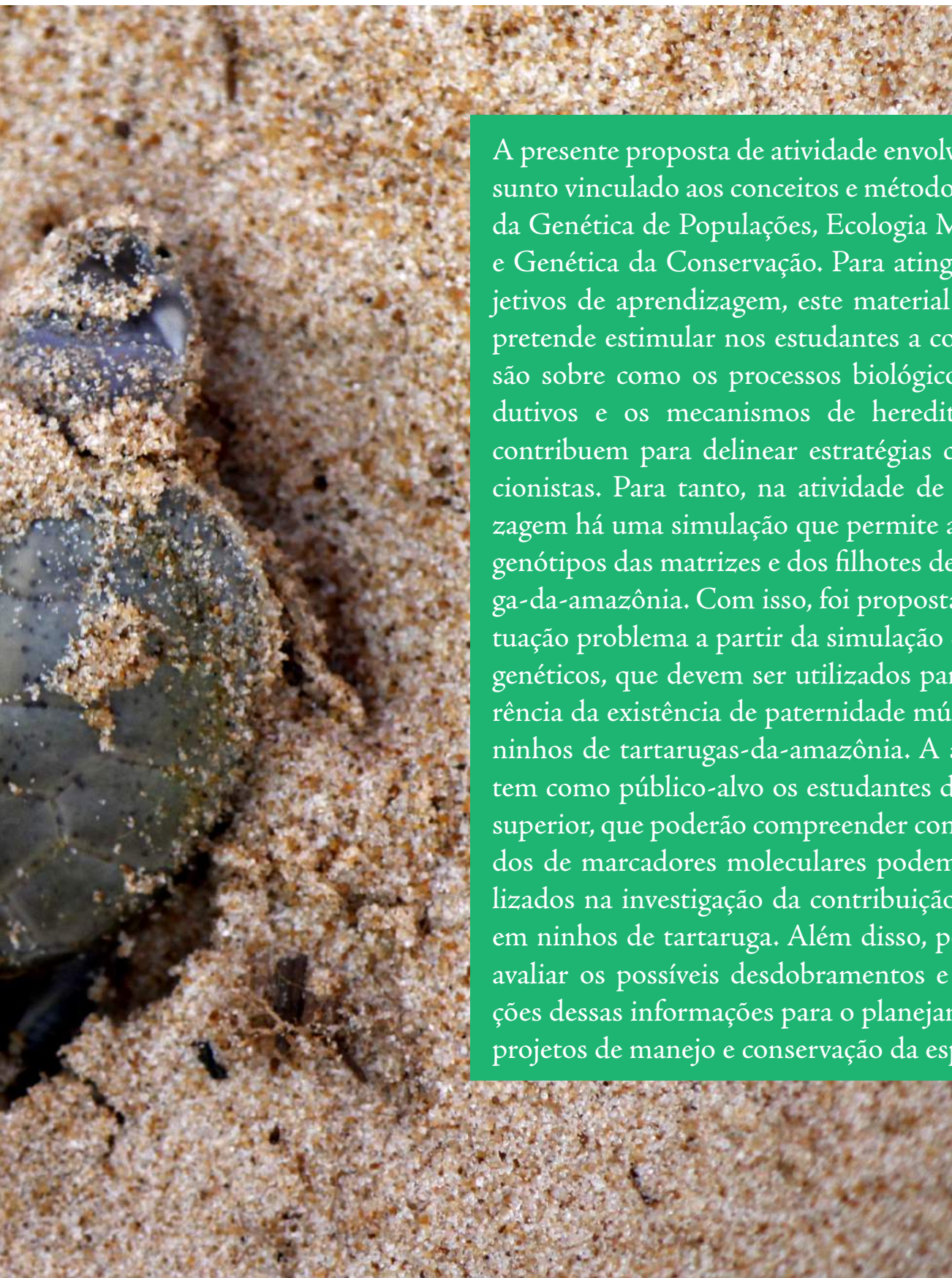
³ Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) – Goiânia, Goiás

⁴ Escola de Ciências Agrárias e Biológicas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Autor para correspondência - tellesmpc@gmail.com

Palavras-chave: conservação genética, microssatélites, poliandria, quelônios, variabilidade genética, vínculo genético

* Artigo desenvolvido dentro do contexto da disciplina “Ensino de genética” do programa de pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da Universidade Federal de Goiás, vinculado ao projeto INCT EECBio (FAPEG/CNPq) e parceria com o CETAS/IBAMA de Goiânia.



A presente proposta de atividade envolve um assunto vinculado aos conceitos e métodos básicos da Genética de Populações, Ecologia Molecular e Genética da Conservação. Para atingir os objetivos de aprendizagem, este material didático pretende estimular nos estudantes a compreensão sobre como os processos biológicos reprodutivos e os mecanismos de hereditariedade contribuem para delinear estratégias conservacionistas. Para tanto, na atividade de aprendizagem há uma simulação que permite avaliar os genótipos das matrizes e dos filhotes de tartaruga-da-amazônia. Com isso, foi proposta uma situação problema a partir da simulação de dados genéticos, que devem ser utilizados para a inferência da existência de paternidade múltipla em ninhos de tartarugas-da-amazônia. A atividade tem como público-alvo os estudantes do ensino superior, que poderão compreender como os dados de marcadores moleculares podem ser utilizados na investigação da contribuição paterna em ninhos de tartaruga. Além disso, possibilita avaliar os possíveis desdobramentos e implicações dessas informações para o planejamento de projetos de manejo e conservação da espécie.

No Brasil, dentre as espécies de quelônios de água doce que necessitam de conservação, a espécie *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) é bastante caçada, tendo gerado uma redução preocupante na ocorrência natural desses organismos. Como consequência, atualmente esta é uma espécie avaliada como “Quase ameaçada (NT)”, pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). É uma das seis espécies de tartarugas do grupo prioritário que o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) classifica quanto ao potencial de manejo sustentável (IBAMA, 2019). No Brasil, a espécie ocorre em todos estados da Região Norte e nos estados de Goiás e Mato Grosso, na Região Centro-Oeste.

Desde o ano de 1970, o manejo e o monitoramento para a espécie *P. expansa* são realizados anualmente pelo “Programa Quelônios da Amazônia (PQA)”, sob a coordenação do IBAMA. O monitoramento deste programa acontece a partir da captura, marcação e soltura dos indivíduos no período de cruzamento, desova e eclosão. A primeira etapa é realizada com a captura de indivíduos adultos que passam perto das praias de desova para o cruzamento. A segunda etapa é realizada na época de desova, considerando a época de postura dos ninhos pelas fêmeas, desde o intervalo de desenvolvimento do embrião até o nascimento com um prazo de 45 a 60 dias. A terceira etapa acontece durante o período de eclosão, em que é realizada a contagem e marcação dos filhotes.

Na literatura, há evidências de dois tipos de comportamento de acasalamento entre fêmeas e machos de quelônios, **monogamia** ou **poliandria**, que afetam a **estrutura genética** da prole, especialmente em casos de poliandria. Assim, metodologias moleculares são úteis para a identificação dos perfis genéticos a fim de indicar quais sistemas reprodutivos são mais frequentes em quelônios que apresentam diferentes estratégias reprodutivas. Dessa maneira, tais metodologias podem ser aplicadas para conhecer mais sobre o comportamento reprodutivo e assim estabelecer futuras estratégias de manejo e conservação.

Entre as ferramentas destacam-se os **marcadores genéticos** do tipo **microsatélite**, que são utilizados na caracterização genética de indivíduos e populações. Dentre as aplicações, os microsatélites são amplamente utilizados em análises de vínculo genético, pois apresentam características que os tornam eficientes na discriminação individual, em função do alto polimorfismo, padrão de herança codominante, com segregação mendeliana simples. Para que os estudantes possam verificar a existência de paternidade múltipla nos ninhos, é necessário que tenham compreendido os conceitos de organização e estrutura da informação genética nos cromossomos, herança mendeliana e a base genética de marcadores moleculares para a discriminação individual, especificadamente os marcadores microsatélites, que têm o nível de polimorfismo associado às altas taxas de mutações e são herdados entre as gerações, tornando-os útil para determinar os vínculos genéticos entre parentais e sua prole.

Com isso, a atividade tem como objetivo de aprendizagem possibilitar ao estudante integrar conceitos da genética mendeliana, importantes para a compreensão dos processos biológicos da hereditariedade e suas relações com o estabelecimento de medidas conservacionistas para a espécie. Assim, avaliar os genótipos das matrizes e seus filhotes permitirá realizar uma inferência sobre a presença ou ausência de paternidade múltipla nos ninhos de tartaruga-da-amazônia. Além disso, pretende-se envolver os estudantes nas metodologias utilizadas para a interpretação de perfis genéticos a partir do uso de painéis de marcadores microsatélites.

Problema proposto

O problema proposto para a atividade está baseado em uma história que foi criada a partir da simulação de um contexto real de cinco praias de nidificação da tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) no Rio Crixás-Açu, uma região de reprodução e desova de *P. expansa*, monitoradas anualmente pelo IBAMA no estado de Goiás (Figura 1). Para a atividade, deve ser destacado que a região de estudo passa por intensa pressão antrópica.

Marcadores Genéticos - qualquer gene ou sequência nucleotídica usada para identificar uma região em um mapa genético ou físico, com os alelos presentes em loci individuais segregando de uma maneira mendeliana.

Microsatélite - sequências curtas repetidas em tandem no DNA (1-6 pares de bases), com alto grau de polimorfismo e amplamente distribuídas no genoma, utilizadas como marcadores genéticos de DNA.

Monogamia - comportamento reprodutivo em que um indivíduo tem apenas um parceiro.

Poliandria - comportamento reprodutivo em que uma fêmea se acasala com dois ou mais machos.

Estrutura Genética - forma de organização das frequências dos alelos que compõem os diferentes genótipos, em diferentes famílias ou populações.

pica e efeitos das mudanças climáticas que podem impactar a dinâmica dos rios e das populações de tartaruga-da-amazônia.

Durante o monitoramento, pesquisadores realizaram coletas em cinco praias diferentes, no período em que as fêmeas fizeram a postura de ovos. Na ocasião, foram coletados

fragmentos do casco de cinco tartarugas fêmeas de cada praia para obtenção de DNA. Cada ninho, referente a cada uma das matrizes, foi identificado e marcado para que no período de 45 a 60 dias após a postura, durante a eclosão, fosse realizada a coleta do material biológico de dez filhotes.

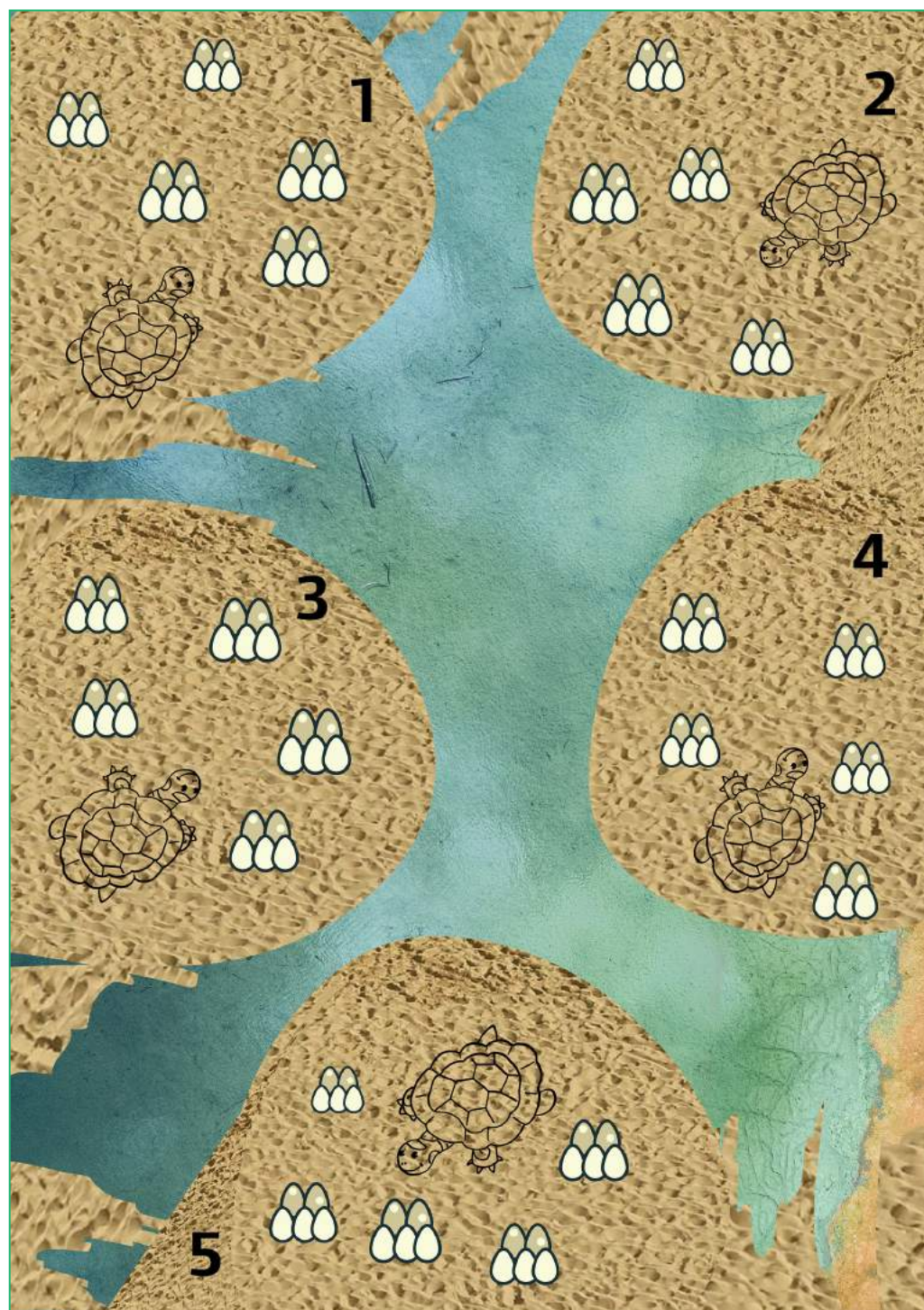


Figura 1. Demonstração didática das cinco praias propostas na situação problema desta atividade. Sendo que, em cada praia há uma tartaruga fêmea (mãe de um dos ninhos) e os cinco ninhos amostrados para análise genética.

A partir destas amostras e utilizando dois loci microssatélites, os pesquisadores poderão caracterizar e identificar geneticamente a contribuição dos parentais paternos nos ninhinhos analisados. Com os genótipos materno e da prole é possível analisar a existência ou não do comportamento poliândrico para a formação dos ninhinhos. Além disso, após a caracterização genética dos indivíduos, considerando os níveis de **diversidade genética**, pode-se avaliar qual praia é prioritária para iniciar uma ação de conservação e manejo.

O marcador molecular do tipo microssatélite é caracterizado por acessar regiões do genoma que são compostas de sequências repetidas em tandem, potencialmente hipervariáveis e que são classificadas em mono, di, tri, tetra, penta e hexanucleotídicas. Esse tipo de marcador apresenta padrão de herança codominante, com segregação mendeliana simples, ou seja, a herança dos alelos de cada locus pode ser acompanhada entre gerações. Portanto, é possível determinar o vínculo genético do filhote com a mãe em comparação aos prováveis pais.

A inferência de paternidade múltipla em cada ninho será realizada a partir da comparação do perfil genético da mãe com o dos filhotes, considerando os dois loci microssatélites. É importante ressaltar que os possíveis pais dos ninhinhos não foram coletados, em função do comportamento reprodutivo da espécie pois os pais não permanecem nos ninhinhos para a postura e, devido a tal comportamento, os alelos dos filhotes que não foram herdados da mãe do ninho são assumidos como sendo de origem paterna.

Para a realização da atividade, foram desenvolvidos cinco painéis contendo os fenótipos moleculares, oriundos de dois marcadores microssatélites (PEX_01 e PEX_02), que representam dados oriundos de cinco praias do rio Crixás-Açu (Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro-Oeste). Cada painel contém cinco ninhinhos, representando o perfil genético da mãe e de dez filhotes (T1 a T10), para cada ninho. A partir da comparação dos alelos de cada filhote presente no ninho com o da fêmea adulta (mãe), será possível identificar

o(s) alelo(s) paterno(s) e inferir indícios de paternidade múltipla.

A detecção dos genótipos foi realizada a partir da técnica de eletroforese, através da qual foi possível verificar a separação dos alelos em uma malha porosa (gel), a partir da migração dos fragmentos de DNA (alelos), considerando a carga elétrica e o peso molecular. Na visualização do gel, é possível verificar que fragmentos maiores migram mais lentamente, enquanto fragmentos menores migram mais rapidamente no gel. Assim, o polimorfismo de cada locus está relacionado com a diferença nos tamanhos dos alelos, sendo possível identificar genótipos homozigotos (representados por uma única banda no gel) e heterozigotos (duas bandas no gel).

Instruções para o(a) professor(a)

1. É aconselhável que a atividade seja aplicada em turmas que tenham tido contato com os conceitos básicos de genética.
2. A turma deve ser dividida em equipes de, no máximo, cinco pessoas. Assim, cada grupo ficará com uma praia e seus cinco ninhinhos.
3. Dependendo do tamanho da turma, mais de uma equipe pode trabalhar com o mesmo material.
4. Antes de iniciar a atividade, é indicado que o(a) professor(a) entregue para cada grupo uma ficha com o problema proposto.
5. Em seguida, o material didático deve ser distribuído para cada grupo, seguindo a respectiva ordem: (a) Procedimentos a serem seguidos pelo grupo, (b) Painel 01 contendo os fenótipos moleculares e as informações sobre os cinco ninhinhos de sua respectiva praia, e (c) um formulário (Quadro 1) para ser preenchido com a identificação da praia que vão trabalhar e a origem parental dos alelos de cada indivíduo oriundo dos ninhinhos.

Diversidade Genética -

quantidade total de variações de alelos e genótipos observada tanto entre as populações de uma espécie como entre os indivíduos de uma população.

6. Depois de preencher os painéis de genótipos, o(a) professor(a) deve pedir para que os estudantes discutam nas equipes se há evidência de paternidade múltipla em cada ninho da praia analisada. Em seguida, a turma poderá comparar os resultados entre as diferentes equipes da classe, indicando qual praia (painel) tem maior ocorrência de ninhos com paternidade múltipla e diversidade genética. A discussão permitirá questionar sobre as consequências desses resultados e suas implicações sob o ponto de vista da genética da conservação.
7. Para finalizar, após a comparação de resultados, o(a) professor(a) pode fazer uma discussão de fechamento com base na pergunta 11 respondida pelos estudantes: “Qual praia é prioritária para iniciar uma ação de conservação e manejo, considerando as informações genéticas disponíveis? Justifique a escolha”.

Procedimentos para os estudantes

1. Ler a ficha com a situação-problema.
2. Analisar o painel de genótipos referente aos organismos de cada uma das praias.
3. Preencher um quadro de respostas (Quadro 1) a partir dos genótipos representados no painel de genótipos de cada uma das praias. Para o preenchimento, informar qual praia a equipe está avaliando; preencher os genótipos de cada indivíduo correspondente a cada locus; abaixo de cada alelo, utilizar a letra M para indicar se o alelo foi herdado da mãe e P, se o alelo tiver sido herdado do pai.
4. Responder as seguintes questões:

Questão 1. Qual o número de alelos no locus PEX_01 de cada ninho?

Questão 2. Qual o número de alelos no locus PEX_02 de cada ninho?

Questão 3. Qual é a média de alelos, considerando os dois loci para cada ninho?

Questão 4. Qual o número de alelos no locus PEX_01 para cada uma das praias?

Questão 5. Qual o número de alelos no locus PEX_02 para cada uma das praias?

Questão 6. Qual é a quantidade de alelos em cada praia, considerando os dois loci?

Questão 7. Qual é a média de alelos, considerando os dois loci, para cada uma das praias?

Questão 8. Há indícios de paternidade múltipla em cada ninho analisado? Em caso afirmativo, em quais? Justifique a resposta.

Questão 9. Qual o número mínimo de prováveis pais em cada ninho?

Questão 10. Qual praia é prioritária para iniciar uma ação de conservação e manejo, considerando as informações genéticas disponíveis? Justifique a escolha.

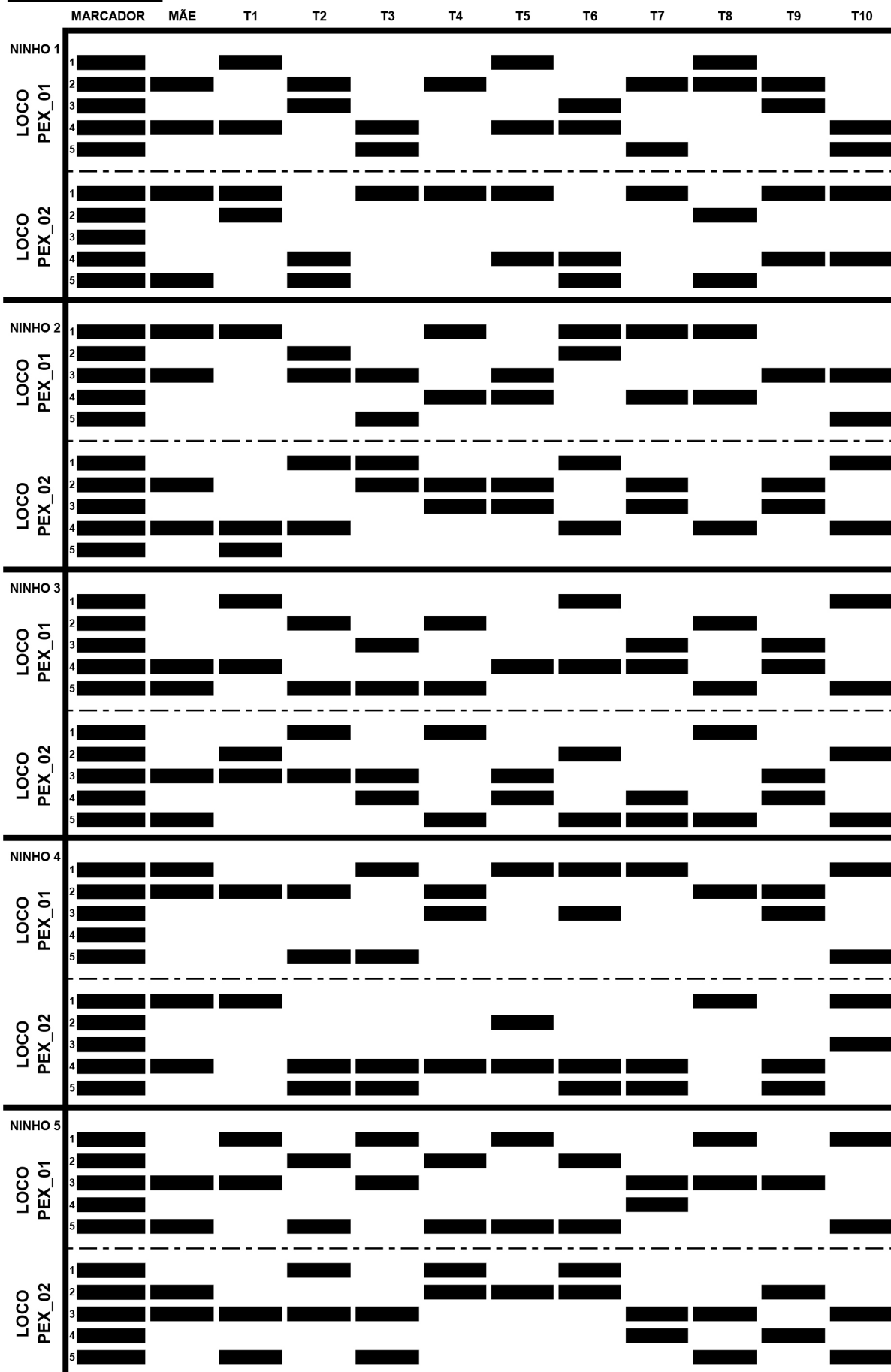
Para saber mais

FANTIN, C. et al. Kinship Analysis of Offspring of the Giant South American River Turtle (*Podocnemis expansa*) Using Microsatellite DNA Markers. *Chelonian conservation and biology*, v. 16, n. 2, p. 123-127, 2017.

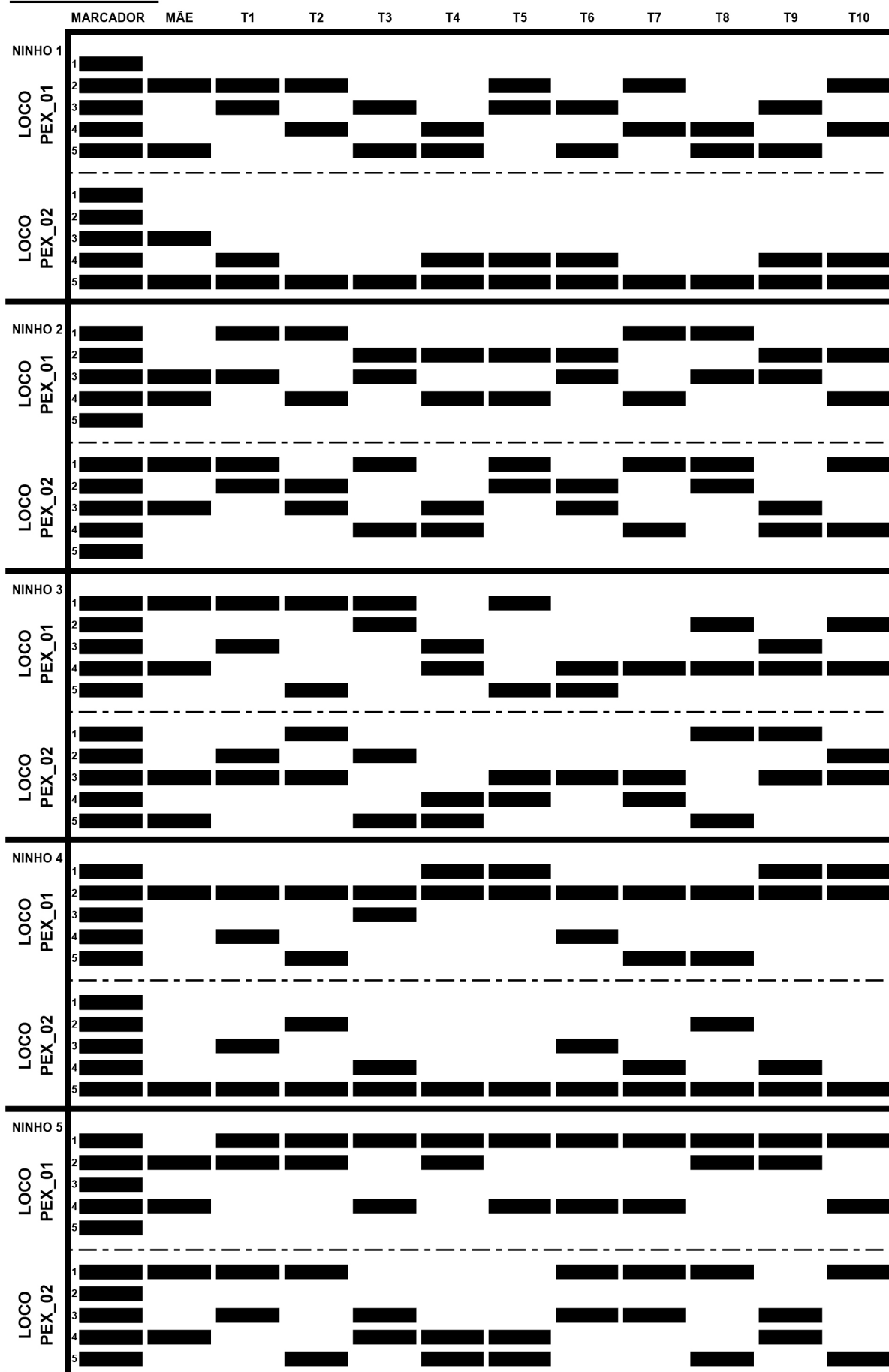
GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; SUZUKI, D. T.; LEWONTIN, R. C.; GELBART, W. M.; WESSLER, S. R. *Introdução à genética*. 10ª edição. Rio de Janeiro, (RJ): Ed. Guanabara Koogan, 2013.

Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazônicos - <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/plano-de-acao-nacional-lista/6799-plano-de-acao-nacional-para-a-conservacao-dos-quelonios>. Acessado em 13 de outubro de 2020.

Painel 1.

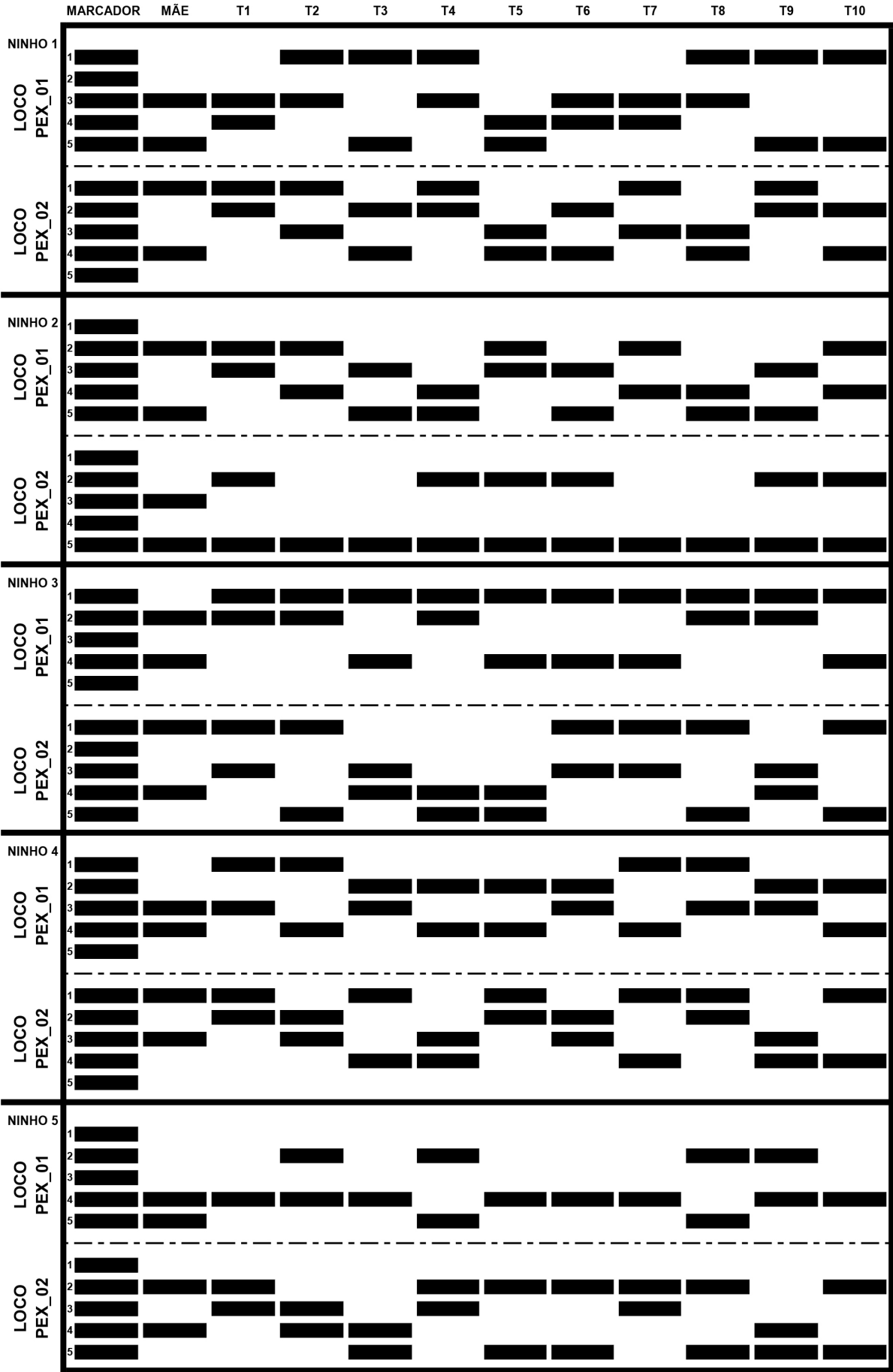
PRAIA NORTE

Painel 3.

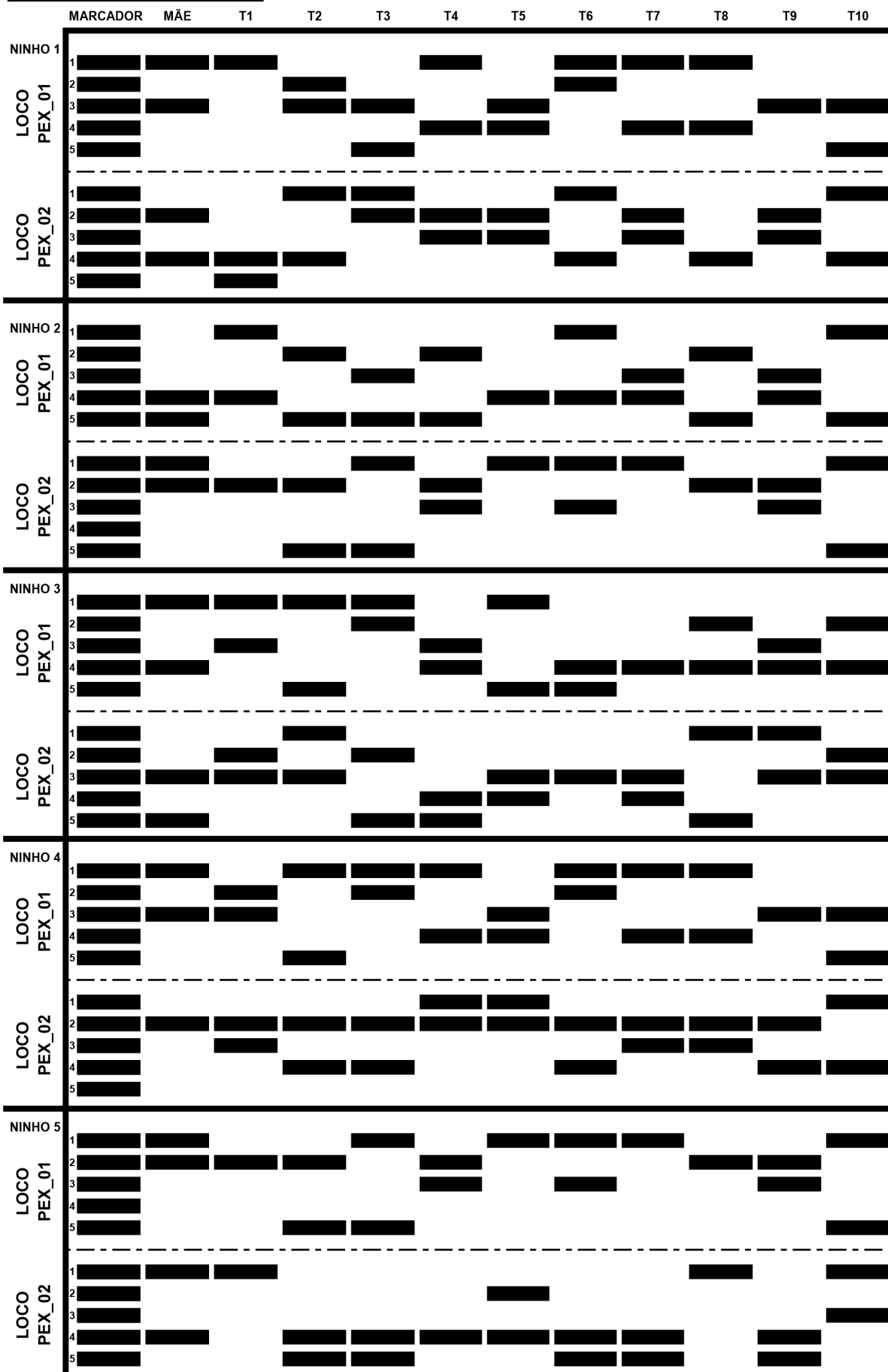
PRAIA LESTE

Painel 4.

PRAIA OESTE



Painel 5.

PRAIA CENTRO-OESTE

Quadro 1.

Painéis para serem preenchidos com os fenótipos moleculares, oriundos dos dois marcadores microssatélites (PEX_01 e PEX_02). Em cada praia (Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro-Oeste) foram analisados cinco ninhos (1 a 5) e dez filhotes por ninho (T1 a T10).

Praia: _____: Ninho 1										
Indivíduo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Alelos - locus PEX_01										
Herança (M / P)										
Alelos - locus PEX_02										
Herança (M / P)										

Praia: _____: Ninho 2										
Indivíduo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Alelos - locus PEX_01										
Herança (M / P)										
Alelos - locus PEX_02										
Herança (M / P)										

Praia: _____: Ninho 3										
Indivíduo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Alelos - locus PEX_01										
Herança (M / P)										
Alelos - locus PEX_02										
Herança (M / P)										

Praia: _____: Ninho 4										
Indivíduo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Alelos - locus PEX_01										
Herança (M / P)										
Alelos - locus PEX_02										
Herança (M / P)										

Praia: _____: Ninho 5										
Indivíduo	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Alelos - locus PEX_01										
Herança (M / P)										
Alelos - locus PEX_02										
Herança (M / P)										

Respostas

Quadro 2.

Painel de genótipos com o gabarito (preenchido com os perfis genéticos) para cada locus de filhotes dos ninhos da praia Norte.

Praia: Norte / Ninho 1																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	4	2	3	4	5	2	2	1	4	3	4	2	5	1	2	2	3	4	5
Herança (M / P)	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	1	2	4	5	1	1	1	1	1	4	4	5	1	1	2	5	1	4	1	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P

Praia: Norte / Ninho 2																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	1	2	3	3	5	1	4	3	4	1	2	1	4	1	4	3	3	3	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	4	5	1	4	1	2	2	3	2	3	1	4	2	3	4	4	2	3	1	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M

Praia: Norte / Ninho 3																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	4	2	5	3	5	2	5	4	4	1	4	3	4	2	5	3	4	1	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	2	3	1	3	3	4	1	5	3	4	2	5	4	5	1	5	3	4	2	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M	P	M	P	M	M	P	P	M

Praia: Norte / Ninho 4																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	2	2	5	1	5	2	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	3	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	1	1	4	5	4	5	4	4	2	4	4	5	4	5	1	1	4	5	1	3
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Norte / Ninho 5																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	3	2	5	1	3	2	5	1	5	2	5	3	4	1	3	3	3	1	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M
Alelos - locus PEX_02	3	5	1	3	3	5	1	2	2	2	1	2	3	4	3	5	2	4	3	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P

Quadro 3.

Painel de genótipos com o gabarito (preenchido com os perfis genéticos) para cada locus de filhotes dos ninhos da praia Sul.

Praia: Sul / Ninho 1																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	3	2	2	2	5	2	4	2	5	2	2	2	3	2	2	2	3	1	2
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	4	5	5	4	4	1	5	3	5	2	4	1	4	2	5	1	4	2	4
Herança (M / P)	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M

Praia: Sul / Ninho 2																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	3	1	5	1	2	1	4	3	4	1	2	1	4	1	4	3	3	3	5
Herança (M / P)	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	2	3	2	4	2	4	1	2	1	2	2	4	2	3	2	3	2	4	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Sul / Ninho 3																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	3	4	1	3	1	5	1	3	4	5	3	4	3	4	1	3	1	5	1	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	2	1	3	2	4	1	2	3	4	1	3	1	3	3	4	1	2	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P	P	M	M	P	P	M

Praia: Sul / Ninho 4																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	2	1	2	3	5	2	4	4	5	2	2	2	2	2	2	1	5	1	2
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	4	4	4	5	1	3	1	5	4	5	1	1	3	4	2	4	1	2	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P

Praia: Sul / Ninho 5																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	4	2	5	3	5	2	5	4	4	1	4	3	4	2	5	3	4	1	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	2	2	2	5	1	5	2	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	3	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Quadro 4.

Painel de genótipos com o gabarito (preenchido com os perfis genéticos) para cada locus de filhotes dos ninhos da praia Leste.

Praia: Leste / Ninho 1																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	3	2	4	3	5	4	5	2	3	3	5	2	4	4	5	3	5	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M	P	M	M	P
Alelos - locus PEX_02	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5
Herança (M / P)	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M

Praia: Leste / Ninho 2																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	3	1	4	2	3	2	4	2	4	2	3	1	4	1	3	2	3	2	4
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	2	2	3	1	4	3	4	1	2	2	3	1	4	1	2	3	4	1	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Leste / Ninho 3																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	3	1	5	1	2	3	4	1	5	4	5	4	4	2	4	3	4	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	2	3	1	3	2	5	4	5	3	4	3	3	3	4	1	5	1	3	2	3
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M

Praia: Leste / Ninho 4																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	4	2	5	2	3	1	2	1	2	2	4	2	5	2	5	1	2	1	2
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	3	5	2	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	5	2	5	4	5	5	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P

Praia: Leste / Ninho 5																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	2	1	2	1	4	1	2	1	4	1	4	1	4	1	2	1	2	1	4
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	3	1	5	3	4	4	5	4	5	1	3	1	3	1	5	3	4	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P

Quadro 5.

Painel de genótipos com o gabarito (preenchido com os perfis genéticos) para cada locus de filhotes dos ninhos da praia Oeste.

Praia: Oeste / Ninho 1																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	3	4	1	3	1	5	1	3	4	5	3	4	3	4	1	3	1	5	1	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	2	1	3	2	4	1	2	3	4	2	4	1	3	3	4	1	2	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	M	P	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M

Praia: Oeste / Ninho 2																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	3	2	4	3	5	4	5	2	3	3	5	2	4	4	5	3	5	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	P	M	M	P	P	M	P	M	M	P
Alelos - locus PEX_02	2	5	2	5	5	5	2	5	2	5	2	5	5	5	5	5	2	5	2	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	M	P	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	P	M

Praia: Oeste / Ninho 3																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	2	1	2	1	4	1	2	1	4	1	4	1	4	1	2	1	2	1	4
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	3	1	5	3	4	4	5	4	5	1	3	1	3	1	5	3	4	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P

Praia: Oeste / Ninho 4																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	3	1	4	2	3	2	4	2	4	2	3	1	4	1	3	2	3	2	4
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	1	2	2	3	1	4	3	4	1	2	2	3	1	4	1	2	3	4	1	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Oeste / Ninho 5																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	4	4	2	4	4	4	2	5	4	4	4	4	4	4	2	5	2	4	4	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P
Alelos - locus PEX_02	2	3	3	4	4	5	2	3	2	5	2	5	2	3	2	5	4	5	2	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Quadro 6.

Painel de genótipos com o gabarito (preenchido com os perfis genéticos) para cada locus de filhotes dos ninhos da praia Centro-Oeste.

Praia: Centro-Oeste / Ninho 1																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	1	2	3	3	5	1	4	3	4	1	2	1	4	1	4	3	3	3	5
Herança (M / P)	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	4	5	1	4	1	2	2	3	2	3	1	4	2	3	4	4	2	3	1	4
Herança (M / P)	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M

Praia: Centro-Oeste / Ninho 2																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	4	2	5	3	5	2	5	4	4	1	4	3	4	2	5	3	4	1	5
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	2	2	2	5	1	5	2	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	3	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Centro-Oeste / Ninho 3																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	1	3	1	5	1	2	3	4	1	5	4	5	4	4	2	4	3	4	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M
Alelos - locus PEX_02	2	3	1	3	2	5	4	5	3	4	3	3	3	4	1	5	1	3	2	3
Herança (M / P)	P	M	P	M	P	M	P	M	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	P	M

Praia: Centro-Oeste / Ninho 4																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	3	1	5	1	2	1	4	3	4	1	2	1	4	1	4	3	3	3	5
Herança (M / P)	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	2	3	2	4	2	4	1	2	1	2	2	4	2	3	2	3	2	4	2	4
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	P	M	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Praia: Centro-Oeste / Ninho 5																				
Indivíduo	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10	
Alelos - locus PEX_01	2	2	2	5	1	5	2	3	1	1	1	3	1	1	2	2	2	3	1	5
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
Alelos - locus PEX_02	1	1	4	5	4	5	4	4	2	4	4	5	4	5	1	1	4	5	1	3
Herança (M / P)	M	P	M	P	M	P	M	P	P	M	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P

Quadro 7.

Respostas das questões sugeridas.

Questões	Praia Norte	Praia Sul	Praia Leste	Praia Oeste	Praia Centro-Oeste
Qual número de alelos no locus PEX_01 de cada ninho?	Ninhos 1,2,3 e 5: 5 alelos Ninho 4: 4 alelos	Ninhos 1,2,4 e 5: 5 alelos Ninho 3: 4 alelos	Ninhos 1,2 e 3: 4 alelos Ninhos 3 e 4: 5 alelos Ninho 5: 3 alelos	Ninhos 1,2 e 4: 4 alelos Ninhos 3 e 5: 3 alelos	Ninhos 1,2,3 e 4: 5 alelos Ninho 5: 4 alelos
Qual número de alelos no locus PEX_02 de cada ninho?	Ninho 1: 4 alelos Ninhos 2,3,4 e 5: 5 alelos	Ninhos 1,4: 5 alelos Ninhos 2,3 e 5: 4 alelos	Ninho 1: 2 alelos Ninhos 2,4 e 5: 4 alelos Ninho 3: 5 alelos	Ninhos 1,3,4 e 5: 4 alelos Ninho 2: 2 alelos	Ninhos 1,3 e 5: 5 alelos Ninhos 2 e 4: 4 alelos
Qual a média de alelos, considerando os dois loci?	Ninho 1: 4,5 alelos Ninhos 2,3,4 e 5: 5 alelos	Ninhos 1 e 4: 5 alelos Ninho 3: 4 alelos Ninhos 2,3 e 5: 4,5 alelos	Ninho 1: 3 alelos Ninho 2: 4 alelos Ninho 3: 5 alelos; Ninho 4: 4,5 alelos Ninho 5: 3,5 alelos	Ninhos 1 e 4: 4 alelos Ninho 2: 3 alelos Ninhos 3 e 5: 3,5 alelos	Ninhos 1 e 5: 5 alelos Ninhos 2,4 e 5: 4,5 alelos
Qual número de alelos no locus PEX_01?	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos
Qual número de alelos no locus PEX_02?	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos
Qual a média de alelos, considerando os dois loci, para esta praia?	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos	5 alelos
Qual a quantidade de alelos nesta praia para os dois loci analisados?	10 alelos	10 alelos	10 alelos	10 alelos	10 alelos
Há indícios de paternidade múltipla em cada ninho analisado? Se sim, em quais?	Sim, para todos os ninhos	Sim, para todos os ninhos	Sim, para todos os ninhos	Não	Sim, para todos os ninhos
Há pelo menos quantos pais em cada ninho analisado?	Ninho 1: 2 Ninho 2: 3 Ninho 3: 2 Ninho 4: 3 Ninho 5: 3	Ninho 1: 3 Ninho 2: 2 Ninho 3: 2 Ninho 4: 3 Ninho 5: 3	2 para todos	1	Ninho 1: 3 Ninho 2: 3 Ninho 3: 3 Ninho 4: 3 Ninho 5: 2

Questão 10. Qual praia é prioritária para iniciar uma ação de conservação e manejo, considerando as informações genéticas disponíveis? Justifique a escolha.

Considerando que a alta predação das tartarugas-da-amazônia pode diminuir o **tamanho efetivo** da população e no passar das gerações, diminuir a diversidade genética. Assim, todas as praias com paternidade múltipla, sendo elas: Norte, Sul, Leste e Centro-Oeste, podem ser escolhidas para manejo e conservação, pois a poliandria pode ser uma importante estratégia reprodutiva para maximizar a diversidade genética da prole em organismos de vida longa, com fecundidade relativamente baixa.

Tamanho Efetivo - em uma população, o número de indivíduos com igual probabilidade de contribuir com gametas para a próxima geração.