

**RAE - CEA - 13P11**  
**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:**

**“Pedras lascadas do sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada (PI): quebra natural ou ação humana?”**

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Márcia D'Elia Branco**  
**Lilianne Mariko Izuti Nakazono**

**São Paulo, junho de 2013**

**CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA – CEA – USP**  
**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA**

**TÍTULO:** Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Pedras lascadas do sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada (PI): quebra natural ou ação humana?”

**PESQUISADOR:** Maria Mercedes Okumura

**ORIENTADOR:** Dr. Fábio Parenti

**INSTITUIÇÃO:** Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo

**FINALIDADE DO PROJETO:** Doutorado, Publicação

**RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE ESTATÍSTICA:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia D'Elia Branco  
Lilianne Mariko Izuti Nakazono

**REFERÊNCIA DESTE TRABALHO:** BRANCO, M. D.; NAKAZONO, L. M. I.

**Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Pedras lascadas do sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada (PI): quebra natural ou ação humana?”** . São Paulo, IME-USP (RAE - CEA - 13P11)

**FICHA TÉCNICA****REFERÊNCIAS**

- Albert, J. (2007). **Bayesian Computation with R**. 2. ed. Springer
- Bussab, W. O. e Morettin, P. A. (2010). **Estatística Básica**. 6. ed. Saraiva
- Lee, P. M. (2004). **Bayesian Statistics: An Introduction**. 3. ed. Wiley

**PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:**

- Microsoft Excel para Macintosh (versão 2008);
- Microsoft Word para Macintosh (versão 2008);
- R (versão 2.15.2).

**TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS:**

- Análise Descritiva Unidimensional (03:010)
- Estimação Bayesiana (04:070)
- Testes de Hipóteses Paramétricas (05:010)

**ÁREA DE APLICAÇÃO:**

- 14:990 – Outros (Arqueologia)

## SUMÁRIO

<b>Resumo.....</b>	5
<b>1. Introdução.....</b>	6
<b>2. Definição do Estudo.....</b>	7
<b>3. Objetivos do Estudo.....</b>	7
<b>4. Descrição da Amostra.....</b>	8
<b>5. Descrição das Variáveis.....</b>	8
<b>5.1 Variáveis para Queda A e Contexto Arqueológico.....</b>	8
<b>5.2 Variáveis para Quedas B e C.....</b>	9
<b>6. Análise Descritiva.....</b>	9
<b>6.1. Queda A e Contexto Arqueológico.....</b>	9
<b>6.2. Quedas B e C.....</b>	11
<b>7. Metodologia.....</b>	13
<b>8. Análise Inferencial.....</b>	14
<b>8.1. Queda A e Contexto Arqueológico.....</b>	14
<b>8.2. Quedas B e C.....</b>	16
<b>9. Conclusões.....</b>	17
<b>Apêndice A - Tabelas e Gráficos para Queda A e Contexto Arqueológico.....</b>	18
<b>Apêndice B - Tabelas e Gráficos para Quedas B e C.....</b>	42

## Resumo

Sabe-se atualmente que a idade do homem nas Américas é um pouco mais antiga que 12 mil anos e que as peças escavadas do sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada datam de até 35 mil anos, havendo o interesse em encontrar evidências de que essas peças foram trabalhadas por humanos e colocar em questionamento a idade do homem na região.

Para tanto, este projeto visa comparar o comportamento de diversas características entre peças naturais e as peças escavadas, a fim de encontrar diferenças significativas. Além disso, deseja-se também comparar peças naturais entre si, provenientes de diferentes locais do sítio.

Utilizando inferências clássica e bayesiana, concluímos que a maioria das variáveis consideradas nos dois casos apresentam diferenças entre as subpopulações consideradas.

## 1. Introdução

O sítio arqueológico do Boqueirão da Pedra Furada localiza-se na Serra da Capivara no Piauí onde são escavadas peças com datas que chegam até 35 mil anos. No entanto, a idade do homem nas Américas é aceita atualmente como sendo um pouco mais antiga que 12 mil anos, portanto há interesse por parte dos arqueólogos em encontrar evidências de que as peças escavadas no sítio possam ter sido trabalhadas por humanos. Desta forma, a idade do homem nas Américas poderia ser questionada.

Porém, as peças encontradas no sítio não possuem forma clara de manuseio humano (por exemplo, pontas de flecha), sendo apenas lascas e rochas muitas vezes similares ao processo natural de lascamento, provavelmente utilizadas como ferramentas de trabalho pelos homens da antiguidade.

Na Figura 1 temos a representação do processo de lascamento intencional a partir do impacto de duas rochas arredondadas, chamadas de seixos. Os seixos de onde são retiradas as lascas são chamados de núcleos, os quais define-se como "seixos lascados" aqueles possivelmente trabalhados pelo homem e "seixos quebrados" aqueles dados como naturais.



Figura 1 - Processo de lascamento pelo homem

## 2. Definição do Estudo

Foram consideradas 3 quedas do sítio do Boqueirão da Pedra Furada, denominadas por Queda A, Queda B e Queda C, para a coleta de amostras naturais constituídas de lascas, fragmentos, núcleos e peças inteiras. As Quedas B e C divergem da Queda A por caracterizar uma queda livre das rochas, enquanto na Queda A as rochas são guiadas até a superfície por um "funil".

O estudo realizado nas amostras das Quedas B e C serviu como pré-teste para a amostragem da Queda A, na qual foram consideradas outras variáveis de interesse, as mesmas consideradas para as amostras arqueológicas. Além disso, as análises das amostras da Queda A possuem medidas mais precisas ao passo que todas as peças quebradas foram medidas em laboratório.

As amostras arqueológicas, constituídas por lascas e núcleos com indícios do manuseio humano, foram coletadas a oeste e leste do sítio em 6 diferentes níveis: Agreste (AG), Serra Talhada 1 (ST1), Serra Talhada 2 (ST2), Pedra Furada 1 (PF1), Pedra Furada 2 (PF2), Pedra Furada 3 (PF3), onde os níveis do Agreste (AG) e da Serra Talhada (ST) correspondem à época Holoceno ( $\pm$  10 mil anos atrás até hoje), enquanto os níveis da Pedra Furada (PF) correspondem à época Pleistoceno ( $\pm$  2 milhões de anos atrás até  $\pm$  10 mil anos atrás). Ressalta-se que as escavações a oeste e leste foram feitas por diferentes grupos de arqueólogos cada qual com sua metodologia.

## 3. Objetivos do Estudo

O objetivo principal deste estudo é comparar as lascas e os seixos quebrados da Queda A com as lascas e os seixos lascados das escavações em termos de época (Pleistoceno e Holoceno), a fim de determinar quais fatores diferenciam as amostras naturais das amostras arqueológicas. Além disso, deseja-se verificar se o fato das escavações terem sido feitas por grupos de arqueólogos diferentes a oeste e leste do sítio afeta a análise das amostras.

Há, também, o interesse em comparar os lascamentos naturais usando as amostras coletadas das Quedas B e C.

#### 4. Descrição da Amostra

Nas Quedas B e C definiu-se uma área de 1m<sup>2</sup> onde foram coletados todos os itens maiores ou iguais que 32mm. O mesmo aconteceu para a Queda A, a diferir pela área de coleta a qual não foi delimitada.

Entre os tipos de peças coletadas nas três quedas naturais, temos:

- Peças inteiras
- Peças quebradas
  - Seixos quebrados (ou núcleos naturais)
  - Lascas naturais
  - Fragmentos (pedaços provenientes do núcleo que não possuem características evidentes de uma lasca, como por exemplo a presença da parte cortante)

As escavações também foram feitas em uma área de 1m<sup>2</sup> onde foram coletadas peças com pelo menos um contra-bulbo definido.

Entre os tipos de peças arqueológicas, temos:

- Peças quebradas
  - Seixos lascados (ou núcleos arqueológicos)
  - Lascas arqueológicas

Nas Tabelas A.1 e A.3 do Apêndice A temos a distribuição por tipo de peça dos itens coletados na Queda A e na amostra arqueológica. As distribuições para as Quedas B e C encontram-se nas Tabelas B.1 e B.3 do Apêndice B.

#### 5. Descrição das Variáveis

Primeiro serão descritas as variáveis consideradas para as peças da Queda A e do contexto arqueológico. Em seguida, serão descritas as variáveis consideradas para as Quedas B e C.

##### 5.1. Variáveis para Queda A e Contexto Arqueológico

Variáveis analisadas nos seixos quebrados e nos seixos lascados:

- Quantidade de contra-bulbos: 1, 2, 3, 4, 5 ou mais que 5 (indica a quantidade de lascas retiradas dos seixos)
- Granulometria: 32-64mm, 64-128mm e 128-256mm

- Pseudo-retoque: presente ou ausente (se presente, indica que a peça provavelmente foi utilizada como ferramenta)

Variáveis analisadas nas lascas:

- CórTEX: presente ou ausente (se presente, indica ter sido a primeira lasca retirada do seixo)
- Talão não cortical: presente ou ausente
- Ângulo de lascamento:  $> 90^\circ$  ou  $\leq 90^\circ$
- Pseudo-retoque: presente ou ausente
- Época: Pleistoceno e Holoceno

Também foi analisada a matéria-prima (quartzo, quartzito, outras ou não reconhecido) para todas as peças da Queda A.

As únicas variáveis consideradas para os termos espaciais oeste e leste foram a quantidade de contra-bulbos e pseudo-retoque das lascas.

Há indício de manuseio humano quando os seixos apresentam maior quantidade de contra-bulbos e presença de pseudo-retoque, e quando as lascas têm ausência de córtex, talão não cortical e ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ .

## 5.2. Variáveis para Quedas B e C

Variável analisada em todas as peças:

- Matéria-prima: quartzo, quartzito, outras ou não reconhecido

Variáveis analisadas nos seixos quebrados:

- Quantidade de fraturas: 1, 2, 3, 4 ou indeterminado
- Ponto de impacto: central, periférico ou ausente
- Contiguidade: presente ou ausente
- Ângulo do gume:  $\geq 45^\circ$ ,  $< 45^\circ$  ou indeterminado

Variável analisada nos seixos quebrados, lascas e fragmentos:

- Fratura em diedro  $80^\circ$ : presente ou ausente

## 6. Análise Descritiva

### 6.1. Queda A e Contexto Arqueológico

As tabelas e gráficos utilizados encontram-se no Apêndice A.

A distribuição de frequência das 987 peças da Queda A encontra-se na Tabela A.1. Conforme o Gráfico A.1, observamos que 45% das peças são inteiras e

55% são quebradas. Distinguindo-se as peças quebradas em seixos quebrados, lascas e fragmentos temos 47%, 4% e 4% do total, respectivamente. Para o tipo de matéria-prima (vide Tabela A.2), vemos pelo Gráfico A.2 que 44,93% das peças são de quartzo, 11,26% de quartzito, 0,71% de outras e 43,1% de matéria-prima não reconhecida.

Pela Tabela A.3, o total observado na amostra arqueológica foi de 4172 peças, sendo que 299 peças são da época Pleistoceno e 3873 são da época Holoceno. Pelo Gráfico A.3 notamos que 41,47% das peças da época Pleistoceno são lascas, enquanto que 58,53% são seixos lascados. Para a época Holoceno, 92,46% das peças são lascas, para apenas 7,54% de seixos lascados. Ressalta-se que não houve o reconhecimento da matéria-prima para a amostra arqueológica.

Apresentamos na Tabela A.4 a distribuição dos seixos segundo a quantidade de contra-bulbos para a Queda A e o contexto arqueológico. Pelo Gráfico A.4 nota-se que não observou-se seixos quebrados com mais de 3 contra-bulbos e que 78,31% apresentou apenas 1. Já quanto aos seixos lascados, observaram-se maiores frequências para 2 (27,62%) e 3 (24,2%) contra-bulbos. No Gráfico A.5 temos a comparação entre seixos lascados das épocas Pleistoceno e Holoceno, onde também é possível verificar visualmente a diferença entre as duas distribuições, principalmente nas proporções de seixos com até 3 contra-bulbos.

Na Tabela A.5 temos as frequências observadas para a mesma variável anterior, com os seixos lascados a oeste e leste. Os casos com quantidade indeterminada de contra-bulbos não estão detalhadas em termos espaciais, portanto desconsideramo-os para esta análise. Pelo Gráfico A.6 é possível perceber que os seixos lascados a oeste e leste possuem distribuições similares, com maiores frequências de seixos lascados com 2 e 3 contra-bulbos.

Pelo Gráfico A.7 referente à granulometria dos seixos (vide Tabela A.6), percebe-se que, tanto para a amostra natural, como para a arqueológica, há uma predominância de núcleos de 64-128mm, com uma porcentagem maior no nível ST2 (81,4%) e menor nos seixos quebrados sem contra-bulbo (52,8%). Observou-se uma maior frequência relativa para uma granulometria de 32-64mm na amostra natural sem contra-bulbo (45,1%), enquanto que a porcentagem de seixos quebrados de 128-256mm são menores comparadas com as porcentagens para PF1, PF2, PF3, ST1 e AG.

Pela Tabela A.7 e pelo Gráfico A.9 nota-se que a proporção da presença de pseudo-retoque nos seixos é muito baixa, sendo 0,43% para amostras naturais e 1,72% para amostras arqueológicas. Além disso, percebe-se pelo Gráfico A.8 que essas proporções para os seixos lascados das Pleistoceno e Holoceno são praticamente iguais.

Percebe-se pela Tabela A.8 e pelo Gráfico A.11 que há uma baixa frequência relativa de lascas naturais com ângulo de lascamento maior que 90°, enquanto que, para as arqueológicas, temos frequências relativas próximas de ângulos maiores e menores que 90°. Pelo Gráfico A.10 vemos que a distribuição quanto ao ângulo de lascamento do Pleistoceno e do Holoceno aparentam ser diferentes.

Na Tabela A.9 vemos que nenhuma lasca natural apresentou córtex. Nas lascas arqueológicas a proporção é muito baixa, representando apenas 6,75% da amostra. Pelos Gráficos A.12 e A.13 percebemos o predomínio de lascas sem córtex, tanto para a amostra natural quanto para a amostra arqueológica no total e separada por Pleistoceno e Holoceno.

Também não temos casos observados de talão não cortical para as lascas naturais, mas foi observada em 19,03% das lascas arqueológicas (vide Gráfico A.15 e Tabela A.10). Pelo Gráfico A.14 percebe-se uma frequência relativa maior de lascas com talão não cortical na época Pleistoceno (30,65%) em relação à época Holoceno (18,63%).

Para a presença de pseudo-retoque descrita na Tabela A.11, temos uma baixa proporção para as lascas naturais e arqueológicas (vide Gráfico A.17). Note pelo Gráfico A.16 que, ao distinguir as lascas arqueológicas por época, 47,58% das lascas do Pleistoceno apresentaram pseudo-retoque, em contraponto a apenas 1,12% das lascas do Holoceno. Em termos espaciais (descrita na Tabela A.12), percebemos, pelo Gráfico A.18, que a proporção da presença de pseudo-retoque nas lascas arqueológicas coletadas a leste (28%) do sítio é maior que a oeste (9,09%).

## 6.2. Quedas B e C

As tabelas e gráficos para cada variável estão contidas no Apêndice B.

As distribuições dos tipos de peça encontram-se na Tabela B.1 para a Queda B e na Tabela B.3 para a Queda C. Na Queda B, segundo o Gráfico B.1, temos 45% da amostra constituída de peças inteiras e 55% de peças quebradas, sendo que

49%, 4% e 2% do total são seixos quebrados, lascas e fragmentos, respectivamente. Quanto à matéria-prima descrita na Tabela B.2, 48,81% das peças são de quartzo, 5,56% de quartzito, 0,59% de outras matérias-primas e 45,04% a matéria-prima não foi reconhecida (vide Gráfico B.2). Já para a Queda C temos 38% da amostra sendo peças inteiras e 62% sendo peças quebradas, onde 51%, 8% e 3% do total são seixos quebrados, lascas e fragmentos, respectivamente (vide Gráfico B3). Em relação ao tipo de matéria-prima, temos pela Tabela B.4 que 53,89% das peças são de quartzo, 15,37% de quartzito, 0,2% de outras matérias-primas e 30,54% não foi reconhecida (vide Gráfico B.4).

Para a granulometria das peças, pela Tabela B.5 e Gráfico B.5, temos uma maior frequência relativa de peças na categoria 32-64mm tanto para Queda B (58,53%) quanto para a Queda C (62,28%), decrescendo à medida que o tamanho aumenta. Além disso, as distribuições da granulometria para as Quedas B e C são parecidas.

Quanto à quantidade de fraturas descrita na Tabela B.6 e no Gráfico B.6, notamos que 67,87% dos seixos quebrados da Queda B possui apenas 1 fratura, para 40,31% da Queda C. Percebemos, também, que poucos seixos quebrados da Queda B apresentaram 3 fraturas (2,01%), sendo que para a Queda C observa-se em 23,64% da amostra. Nota-se, também, que as proporções para 2, 4 e quantidade indeterminada de fraturas são parecidas para as duas quedas.

Pela Tabela B.7 e pelo Gráfico B.7 percebemos que temos proporções próximas entre si para ponto de impacto central (40,56%) e periférico (52,21%) na Queda B, enquanto que para Queda C observou-se relativamente mais seixos quebrados com ponto de impacto periférico (63,57%) do que central (12,40%). Vemos, também, que a indeterminação do tipo de impacto foi mais frequente na Queda C. Há, possivelmente, uma diferença significativa das duas distribuições.

Para a contiguidade dos seixos quebrados pela Tabela B.8, observamos frequências baixíssimas tanto na Queda B (4,02%) quanto na Queda C (0,39%), concluindo-se que as distribuições dessa variável para as duas quedas parecem ser iguais (vide Gráfico B.8). Temos uma análise semelhante para a fratura em diedro 80° (vide Tabela B.10 e Gráfico B.10).

Quanto ao ângulo dos seixos quebrados, temos pelo Gráfico B.9 e Tabela B.9, que 84,11% dos seixos quebrados da Queda C possui um ângulo maior ou igual a 45°, para apenas 22,89% da Queda B. Além disso, 67,07% dos seixos quebrados

da Queda B não se determinou o ângulo, em contraponto à 4,26% dos seixos quebrados da Queda C. Nota-se a diferença entre as duas distribuições.

## 7. Metodologia

Foram realizadas duas abordagens para a análise inferencial do estudo: bayesiana e clássica.

Para a inferência bayesiana, comparamos as distribuições *a posteriori* das subpopulações (peças naturais, arqueológicas, arqueológicas do Pleistoceno e arqueológicas do Holoceno) e estimamos a probabilidade *a posteriori* da proporção de peças de uma subpopulação com uma certa característica ser maior que de uma outra subpopulação.

Considerando  $X$  a variável aleatória referente ao número de peças que apresentaram uma determinada característica (pseudo-retoque, ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ , córtex ou talão não cortical) na amostra, temos que:

$$X \mid p \sim \text{Binomial}(n, p) ,$$

em que  $p$  é a probabilidade da peça apresentar tal característica na subpopulação considerada, também denominada como proporção populacional.

Definimos uma distribuição de probabilidade *a priori* para  $p$  não informativa, ou seja:

$$p \sim \text{Uniforme}(0,1).$$

Pela fórmula de Bayes (Lee, 2004), temos que a distribuição de probabilidade de  $p$ , dado que observamos uma amostra, é dada por:

$$p \mid X = x \sim \text{Beta}(x + 1, n - x + 1).$$

Calculou-se, também, as estimativas pontuais de  $p$ , a partir da esperança das distribuições *a posteriori* e os intervalos de credibilidade (90%) calculados a partir dos quantis 0,05 e 0,95 dessas distribuições.

As probabilidades *a posteriori* de  $p_{\text{arq}} > p_{\text{nat}}$ ,  $p_{\text{pleist}} > p_{\text{nat}}$ ,  $p_{\text{hol}} > p_{\text{nat}}$  e  $p_{\text{pleist}} > p_{\text{hol}}$  foram obtidas aproximadamente via simulação de Monte Carlo (Albert, 2007), em que os índices arq, pleist, hol e nat referem-se às subpopulações de peças arqueológicas, arqueológicas da época Pleistoceno, arqueológicas da época Holoceno e naturais, respectivamente.

Para a inferência clássica, foram aplicados testes qui-quadrado (Bussab e Morettin, 2010) a fim de verificar se a variável tem comportamento homogêneo nas subpopulações. O teste qui-quadrado utiliza uma estatística de teste com distribuição aproximadamente Qui-quadrado. Porém, caso algumas caselas tenham valores muito baixos, podemos ter uma má aproximação da estatística de teste para esta distribuição.

Todas as conclusões dos testes de hipóteses foram determinadas com nível de significância 5% neste relatório.

## 8. Análise Inferencial

### 8.1. Queda A e Contexto Arqueológico

As tabelas e os gráficos encontram-se no Apêndice A.

Para a abordagem bayesiana, iremos analisar apenas as variáveis binomais: pseudo-retoque (lascas ou seixos), ângulo de lascamento, córtex e talão não cortical. Para a análise, consideramos a comparação de peças naturais com peças arqueológicas e a comparação de peças arqueológicas entre épocas (Pleistoceno e Holoceno) e entre localizações (Oeste e Leste).

Pelo Gráfico A.19, vemos que as distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados e lascados com presença de pseudo-retoque são diferentes, havendo apenas uma pequena área de coincidência. Ainda que diferentes, ambas distribuições abrangem proporções muito pequenas, menores que 0,05. Ao distinguir os seixos lascados por época, vemos pelo Gráfico A.20 que as distribuições dessas proporções são similares para o Pleistoceno e Holoceno. Percebe-se pelo Gráfico A.21 que a estimativa pontual de  $p$  é maior para os seixos lascados em relação aos seixos naturais. Na Tabela A.13 encontram-se as estimativas pontuais *a posteriori* de todas as variáveis.

Vemos pelo Gráfico A.22 que as distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados e lascados que apresentam ângulo de lascamento maior que 90° são totalmente diferentes. Ao separar os seixos lascados por época, percebemos que há também a diferença entre distribuições *a posteriori* entre as épocas Pleistoceno e Holoceno (vide Gráfico A.23). Uma análise similar para as distribuições *a posteriori* pode ser feita para as variáveis córtex (Gráficos A.25 e

A.26), talão não cortical (Gráficos A.28 e A.29) e pseudo-retoque das lascas (Gráficos A.31 e A.32).

Pelos Gráficos A.24 e A.30, vemos que a estimativa pontual de  $p$  segundo a variável ângulo de lascamento e talão não cortical para os seixos lascados do Pleistoceno é maior que do Holoceno, com ambas sendo maiores que a estimativa para os seixos quebrados, enquanto, para a variável córtex, a estimativa pontual para a época Holoceno é a maior (vide Gráfico A.27).

Para a variável pseudo-retoque das lascas, temos que a estimativa pontual de  $p$  para os seixos lascados do Pleistoceno é maior que do Holoceno, porém a do Holoceno é menor que a estimativa para os seixos quebrados (vide Gráfico A.33).

Pela Tabela A.14, vemos que as diferenças das estimativas pontuais citadas anteriormente para as variáveis pseudo-retoque dos núcleos e córtex são muito pequenas e que, para o estudo, pode não ser uma diferença importante.

Em termos espaciais Oeste e Leste para a variável pseudo-retoque das lascas, vemos pelos Gráficos A.34 e A.35 que também há diferença entre as *distribuições a posteriori*, sendo que a estimativa pontual da proporção de lascas que apresentam pseudo-retoque é maior para a localização oeste ( $\hat{p} = 0,220207$ ). Salienta-se, porém, que a diferença entre os valores estimados é de somente 0,1244.

Pela Tabela A.15, nota-se que as probabilidades das proporções de determinadas peças arqueológicas que apresentam pseudo-retoque, ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ , córtex ou talão não cortical serem maiores que as proporções das peças naturais que apresentam tais variáveis são muito próximas de 1, inclusive quando distinguimos as peças arqueológicas por época. Nestes casos, vemos que as probabilidades das proporções de lascas do Pleistoceno que apresentam ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$  ou talão não cortical ser maior que as proporções das lascas do Holoceno são aproximadamente 1, mas para a variável córtex a situação se inverte. Notamos a similaridade entre proporções de seixos lascados com pseudo-retoque do Pleistoceno em relação ao Holoceno, devido à probabilidade próxima de 0,5. Percebe-se, também, que a probabilidade de a proporção de lascas arqueológicas com pseudo-retoque ser maior que a proporção quanto às lascas naturais é praticamente nula.

A inferência clássica foi abordada apenas para as variáveis granulometria e quantidade de contra-bulbos, pois o teste qui-quadrado não foi viável para as

demais. Para a granulometria, realizou-se um teste qui-quadrado de independência nos níveis do Pleistoceno e do Holoceno e, com valores-p muito próximos de zero, concluímos que as categorias de granulometria independem dos níveis do Pleistoceno e do Holoceno, o que nos permite resumir a Tabela A.6 na Tabela A.16. Aplicando o teste qui-quadrado de homogeneidade entre cada categoria dos seixos quebrados (sem contra-bulbo e com contra-bulbo) e dos seixos lascados (Pleistoceno e Holoceno), obtivemos a Tabela A.17 com os respectivos valores-p. Em todos os casos, há evidências para rejeitar que o comportamento da granulometria seja homogêneo entre as subpopulações.

Para a quantidade de contra-bulbos, juntamos as categorias a partir de 3 contra-bulbos a fim de contornar o problema da má aproximação da estatística de teste, obtendo a Tabela A.18. Aplicando o teste qui-quadrado de homogeneidade, obtivemos os valores-p dispostos na Tabela A.19 e rejeitamos que o comportamento da variável quantidade de contra-bulbos seja homogêneo entre os seixos quebrados e seixos lascados para cada época arqueológica considerada.

Ao comparar as épocas Pleistoceno e Holoceno, temos que o comportamento das variáveis granulometria e quantidade de contra-bulbos também não é homogêneo com valores-p muito próximos de zero ( $p < 0,0001$ ).

Na comparação das regiões Oeste e Leste, concluímos que não há evidências para rejeitar que a variável quantidade de contra-bulbos seja homogênea nas duas localizações com um valor-p de 0,3683.

## 8.2. Quedas B e C

As tabelas e gráficos encontram-se no Apêndice B.

Para as análises, desconsideramos as categorias "Indeterminado" de todas as tabelas.

Pela inferência bayesiana aplicada somente nas variáveis binomiais, percebemos diferenças entre as distribuições *a posteriori* das proporções de peças que apresentam ponto de impacto central (Gráfico B.11), contiguidade (Gráfico B.13) e ângulo maior ou igual a 45° (Gráfico B.15), havendo similaridade apenas para a proporção de peças que apresentam fratura em diedro 80° (Gráfico B.17). Vemos, também, que as estimativas pontuais das proporções de peças com ponto de impacto central (Gráfico B.12), contiguidade (Gráfico B.14) e fratura em diedro 80°

(Gráfico B.18) são maiores para a Queda B. Para a variável ângulo (Gráfico B.16), essa relação se inverte.

Percebemos pela Tabela B.14 que a diferença citada anteriormente para a variável contiguidade é de apenas 0,036133, podendo não ser uma diferença importante para o estudo.

Temos pela Tabela B.13 que a probabilidade da proporção de peças da Queda B apresentarem ponto de impacto central ou contiguidade maior do que a proporção para as peças da Queda C é praticamente 1, em contraponto à variável ângulo maior ou igual a 45°, para a qual a probabilidade é quase nula. Já para a variável fratura em diedro 80° tal probabilidade é de 73,1%.

No contexto clássico, aplicamos testes qui-quadrado de homogeneidade em todas as variáveis. Juntamos as categorias 3 e 4 da variável quantidade de fraturas para contornar o problema da má aproximação da estatística de teste (vide Tabela B.11). Os valores-p dos testes encontram-se na Tabela B.12 e podemos perceber que há evidências para rejeitar que o comportamento de todas as variáveis é homogêneo em relação às duas quedas, exceto pela variável fratura em diedro 80° com valor-p igual a 0,5456.

## 9. Conclusões

Para a comparação entre peças naturais e arqueológicas, observamos diferenças significativas entre todas as variáveis consideradas: pseudo-retoque (lascas e núcleos), ângulo de lascamento, córtex, talão não cortical, granulometria e quantidade de contra-bulbos. Ao comparar as peças arqueológicas das épocas Pleistoceno e Holoceno, apenas a variável pseudo-retoque dos núcleos não difere entre as duas épocas. Quanto às localizações Oeste e Leste, há diferença significativa apenas para a variável pseudo-retoque das lascas.

Para a comparação entre peças naturais das Quedas B e C, temos diferenças significativas em todas as variáveis, exceto fratura em diedro 80°.

**Apêndice A**  
**Tabelas e Gráficos para Queda A e Contexto**  
**Arqueológico**

**Tabela A.1** - Distribuição de frequências segundo o tipo de peça para a Queda A.

<b>Tipo de peça</b>		<b>Total</b>
	Peças Inteiras	444
	Seixos quebrados	462
Peças Quebradas	Lascas	42
	Fragments	39
	Total	987

**Tabela A.2** - Distribuição de frequências segundo o tipo de matéria-prima para a Queda A.

<b>Tipo de matéria-prima</b>		<b>Total</b>
	Quartzo	443
	Quartzito	111
	Outras	7
	Não reconhecido	426
	Total	987

**Tabela A.3** - Distribuição conjunta de frequências segundo o tipo de peça do contexto arqueológico e por época.

<b>Tipo de peça</b>		<b>Pleistoceno</b>	<b>Holoceno</b>	<b>Total</b>
Peças Quebradas	Seixos lascados	175	292	467
	Lascas	124	3581	3705
	Total	299	3873	4172

**Tabela A.4** - Distribuição de frequências segundo a quantidade de contra-bulbos para Queda A e para as épocas do contexto arqueológico.

	1	2	3	4	5	5+	?	Total
Seixos quebrados	65	12	3	0	0	0	3	83
Seixos lascados	8	69	54	29	6	7	2	175
Holocene (ST e AG)	48	60	59	37	21	67	0	292

**Tabela A.5** - Distribuição de frequências segundo a quantidade de contra-bulbos para a Queda A e para os termos espaciais do contexto arqueológico.

	1	2	3	4	5	5+	Total
Seixos quebrados	65	12	3	0	0	0	80
Seixos lascados	16	45	41	19	12	32	165
	40	84	72	47	15	42	300

**Tabela A.6** - Distribuição de frequências segundo a granulometria para a Queda A e contexto arqueológico.

	32-64mm	64-128mm	128-256mm	Total
Seixos quebrados	171	200	8	379
	24	55	4	83
Seixos lascados	14	42	9	65
Pleistoceno	PF1	10	51	71
	PF2	3	30	39
Seixos lascados	ST1	21	82	115
Holocene	ST2	14	83	102
	AG	4	19	35

**Tabela A.7** - Distribuição de frequências segundo o pseudo-retoque para a Queda A e contexto arqueológico.

Variável	Seixos quebrados	Seixos lascados			Pleist. e Holoc.
		Pleistoceno	Holocene		
Pseudo-retoque	Sim	2	3	5	8
	Não	460	172	287	459

**Tabela A.8** - Distribuição de frequências segundo o ângulo de lascamento para a Queda A e contexto arqueológico.

Variável	Lascas naturais	Lascas arqueológicas			Pleist. e Holoc.
		Pleistoceno	Holocene		
Ângulo de lascamento > 90°	Sim	3	85	1639	1724
	Não	39	39	1942	1981

**Tabela A.9** - Distribuição de frequências segundo a presença de córtex para a Queda A e contexto arqueológico.

Variável	Lascas naturais	Lascas arqueológicas			Pleist. e Holoc.
		Pleistoceno	Holocene		
Córtex	Sim	0	3	247	250
	Não	42	121	3334	3455

**Tabela A.10** - Distribuição de frequências segundo a presença de talão não cortical para a Queda A e contexto arqueológico.

Variável	Lascas naturais	Lascas arqueológicas			Pleist. e Holoc.
		Pleistoceno	Holocene		
Talão não cortical	Sim	0	38	667	705
	Não	42	86	2914	3000

**Tabela A.11** - Distribuição de frequências segundo a presença de pseudo-retoque para a Queda A e contexto arqueológico.

Variável	Lascas naturais	Lascas arqueológicas			Pleist. e Holoc.
		Pleistoceno	Holocene		
Pseudo-retoque	Sim	5	59	40	99
	Não	37	65	3541	3606

**Tabela A12** - Distribuição de frequências segundo a presença de pseudo-retoque para o contexto arqueológico.

Variável	Lascas arqueológicas		Leste
	Oeste		
Pseudo-retoque	Sim	15	84
	Não	150	300

**Tabela A.13** - Valores estimados usando a média *a posteriori* de p.

Variável	Natural	Arqueológica	Pleistoceno	Holoceno
Pseudo-retoque (núcleo)	0,006465	0,019272	0,022599	0,020408
Ângulo	0,090909	0,465336	0,68254	0,457717
Côrte	0,002155	0,06771	0,031746	0,069216
Talão não cortical	0,002155	0,190451	0,309524	0,186436
Pseudo-retoque (lasca)	0,136364	0,026976	0,476190	0,011443

**Tabela A.14** - Estimativas das diferenças das médias *a posteriori* de p.

Variável	$\hat{p}_{\text{nat}} - \hat{p}_{\text{arq}}$	$\hat{p}_{\text{pleist}} - \hat{p}_{\text{nat}}$	$\hat{p}_{\text{hol}} - \hat{p}_{\text{nat}}$	$\hat{p}_{\text{pleist}} - \hat{p}_{\text{hol}}$
Pseudo-retoque (núcleo)	0,012807	0,016134	0,013943	0,002191
Ângulo	0,374427	0,591631	0,366808	0,224823
Côrte	0,065555	0,029591	0,067061	-0,037470
Talão não cortical	0,188296	0,307369	0,184281	0,123088
Pseudo-retoque (lasca)	-0,109388	0,339826	-0,124921	0,464747

**Tabela A.15** - Probabilidades *a posteriori* da proporção de uma subpopulação ser maior que outra.

Variável	$p_{arq} > p_{nat}$	$p_{pleist} > p_{nat}$	$p_{hol} > p_{nat}$	$p_{pleist} > p_{hol}$
Pseudo-retoque (núcleo)	96,2%	94%	96,5%	53,4%
Ângulo	100%	100%	100%	100%
Córtex	100%	99,8%	100%	2,6%
Talão não cortical	100%	100%	100%	99,9%
Pseudo-retoque (lasca)	0,4%	100%	0%	100%

**Tabela A.16** - Distribuição de frequências segundo a granulometria para a Queda A e contexto arqueológico.

	32-64mm	64-128mm	128-256mm	Total
Seixos quebrados	Sem contra-bulbos	171	200	8
	Com contra-bulbos	24	55	4
Seixos lascados Pleistoceno		27	123	25
Seixos lascados Holoceno		39	184	20
				243

**Tabela A.17** - Valores-p para os testes qui-quadrado de homogeneidade segundo a variável granulometria.

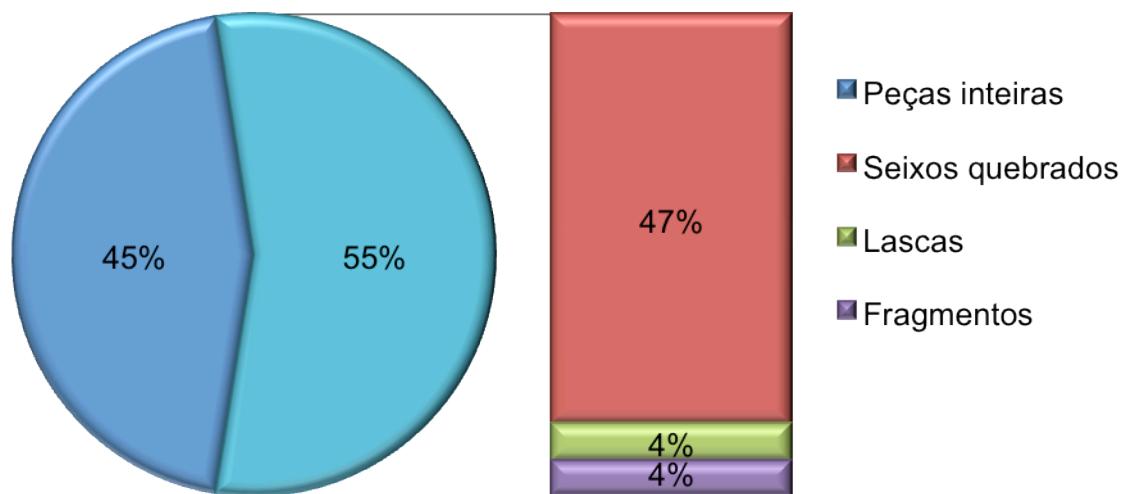
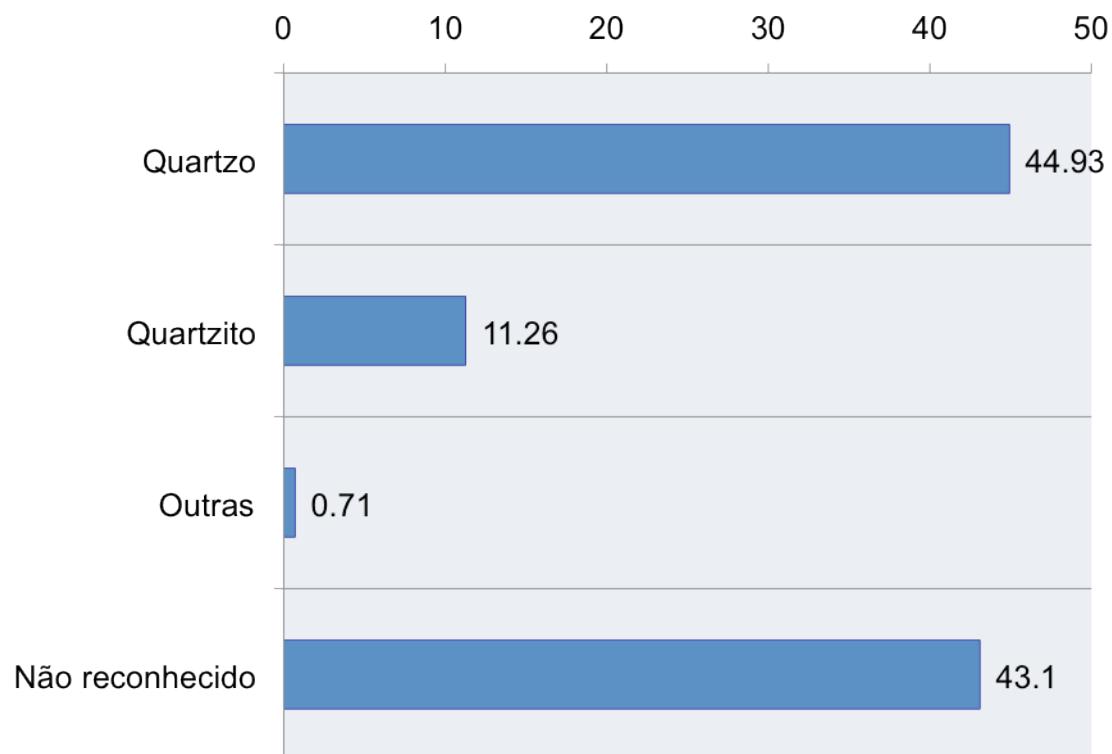
	Naturais sem contra-bulbo	Naturais com contra-bulbos
<b>Arqueológicos Pleistoceno</b>	< 0,0001	< 0,0001
<b>Arqueológicos Holoceno</b>	0,0074	0,0297

**Tabela A.18** - Distribuição de frequências segundo a quantidade de contra-bulbos para Queda A e para as épocas do contexto arqueológico.

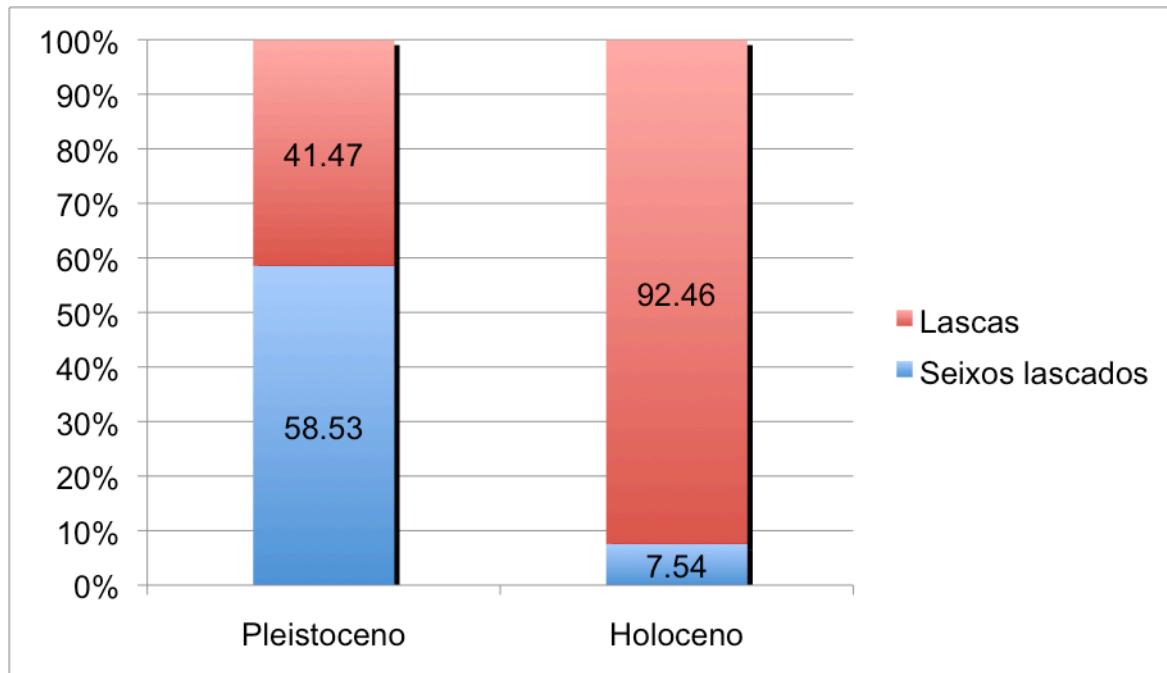
	1	2	3 ou mais	Total
Seixos quebrados	65	12	3	80
Seixos lascados	8	69	96	173
	48	60	184	292

**Tabela A.19** - Valores-p para os testes qui-quadrado de homogeneidade segundo a variável quantidade de contra-bulbos.

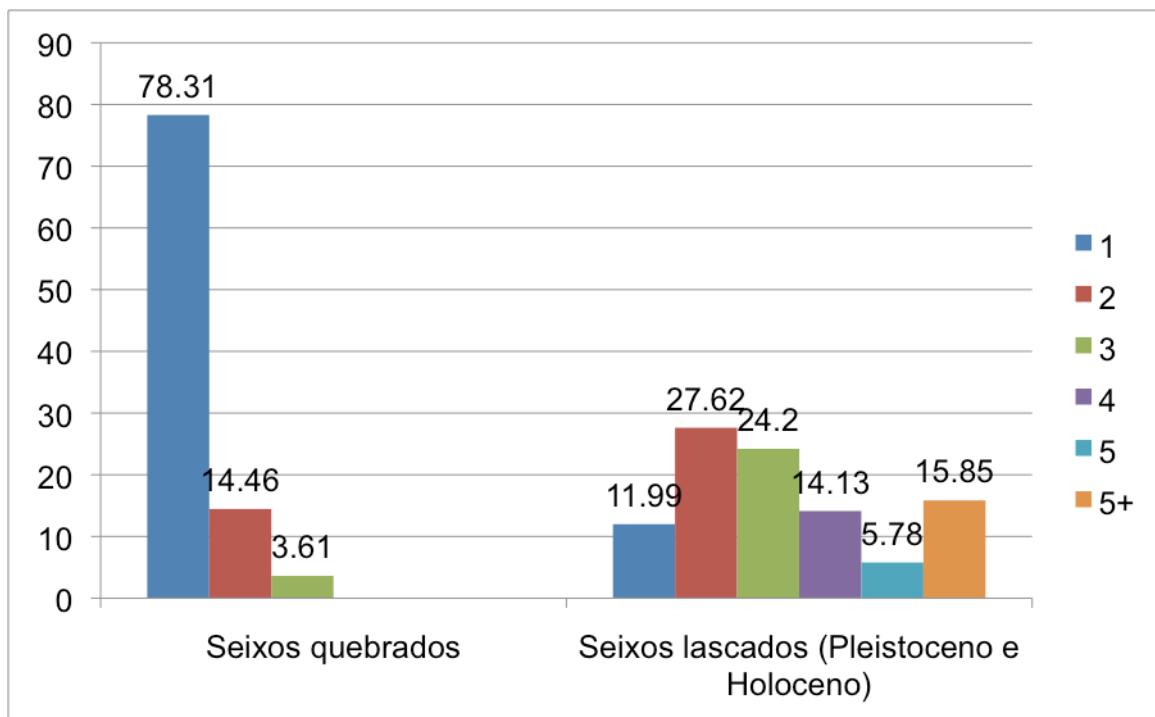
	Naturais
<b>Arqueológicos Pleistoceno</b>	< 0,0001
<b>Arqueológicos Holoceno</b>	0,0074

**Gráfico A.1- Distribuição das peças da Queda A.****Gráfico A.2 - Tipo de matéria-prima da Queda A.**

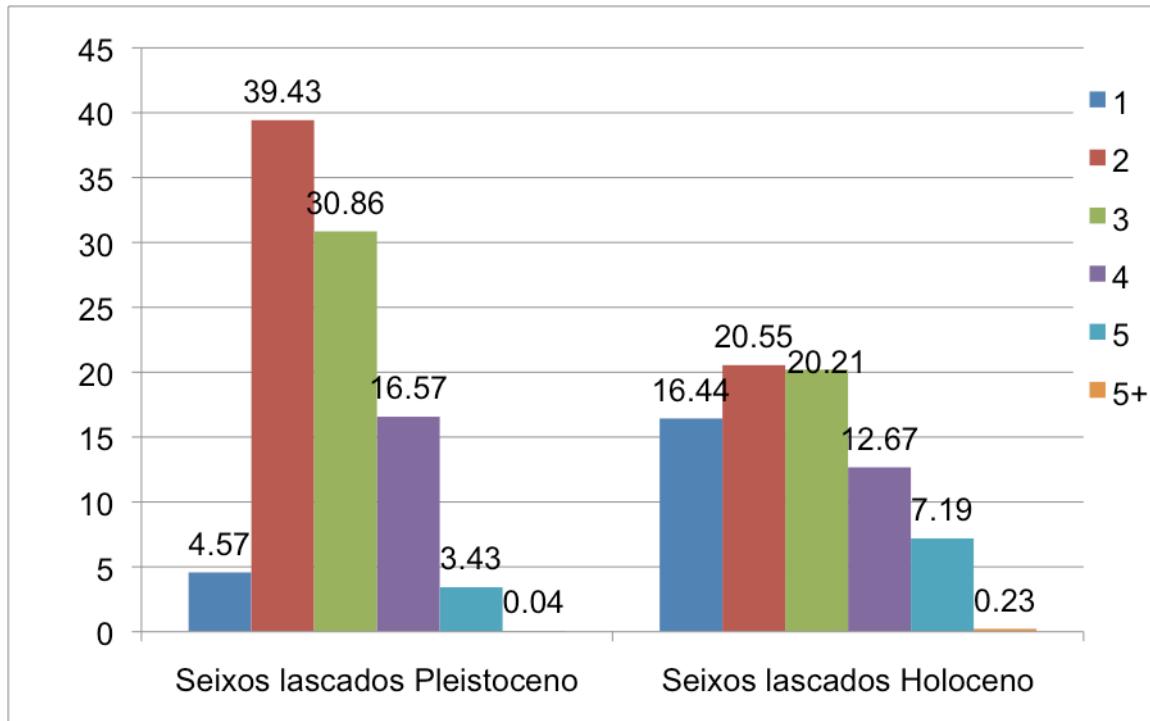
**Gráfico A.3 - Distribuição de peças da amostra arqueológica.**



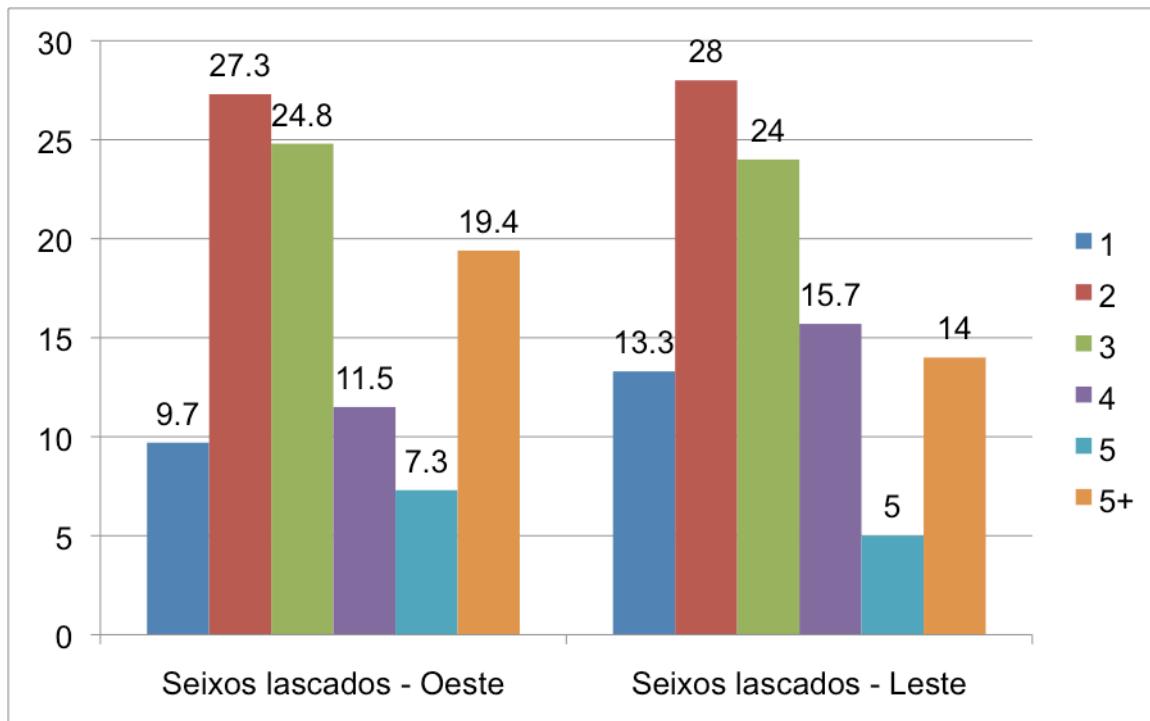
**Gráfico A.4 - Distribuição das quantidades de contra-bulbos nos seixos quebrados naturais e nos seixos lascados (Pleistoceno e Holoceno).**



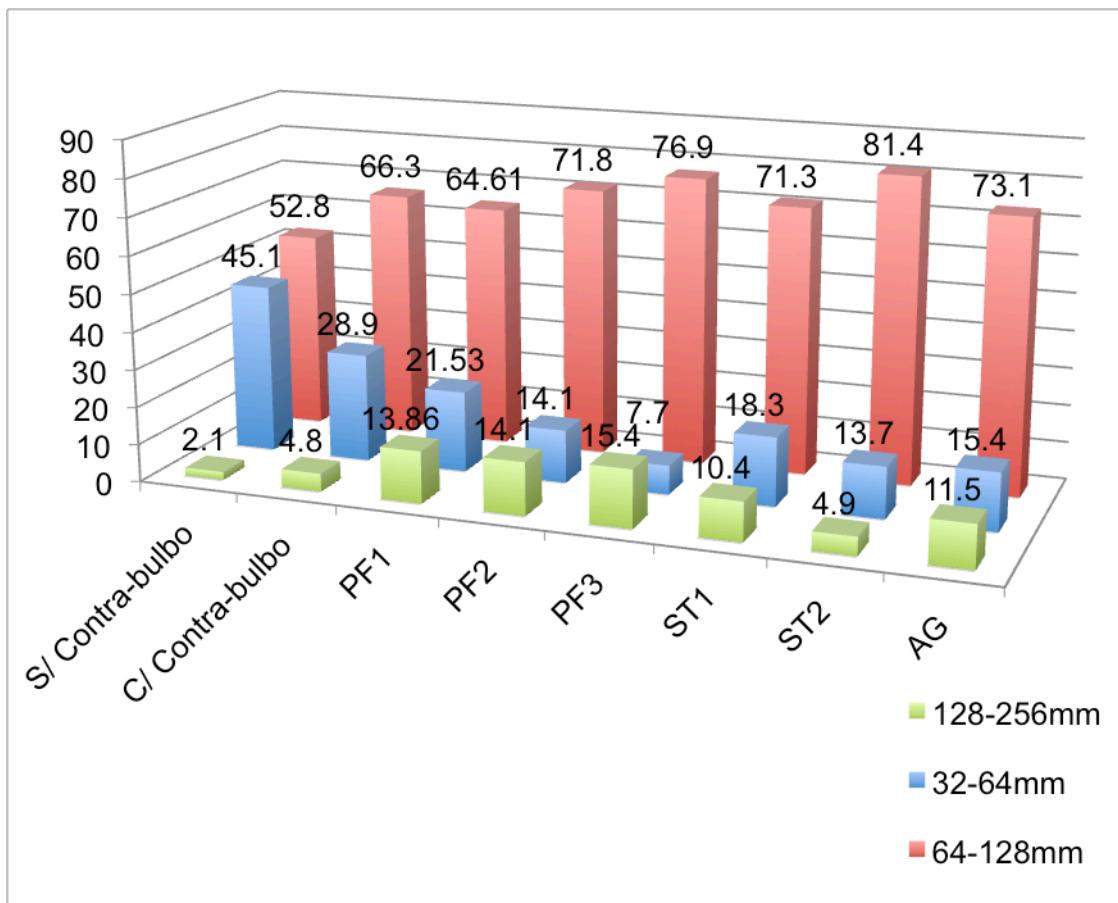
**Gráfico A.5 - Distribuição das quantidades de contra-bulbo para Pleistoceno e Holoceno.**



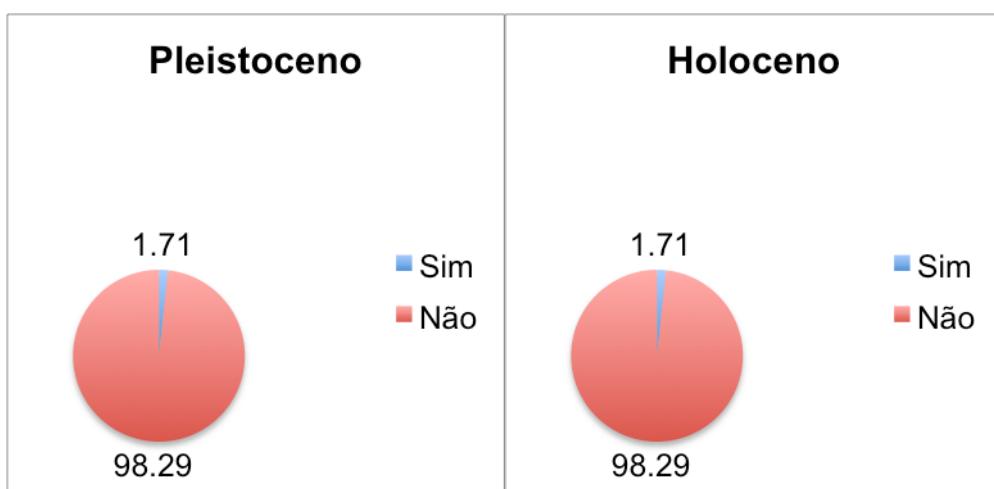
**Gráfico A.6 - Distribuição das quantidades de contra-bulbo para Oeste e Leste.**



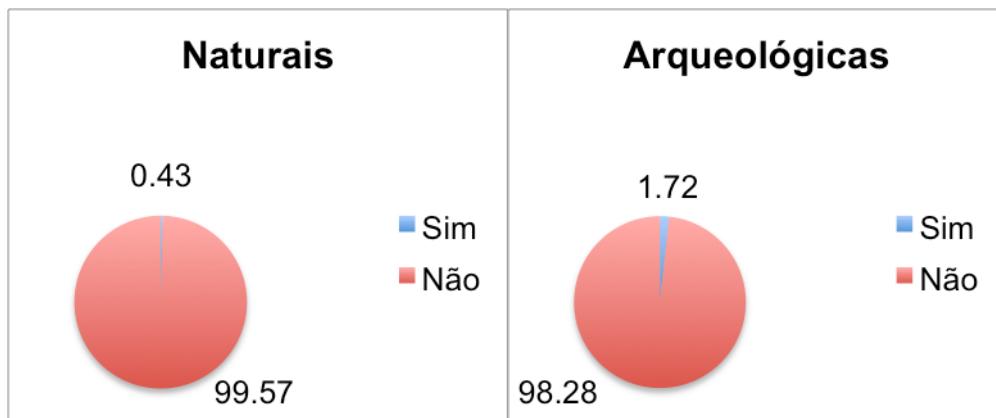
**Gráfico A.7** - Distribuição da granulometria dos seixos para Queda A e contexto arqueológico.



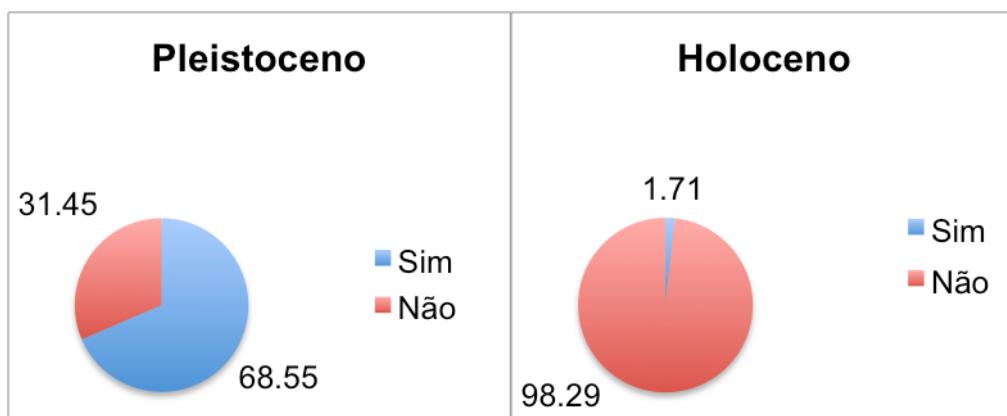
**Gráfico A.8** - Distribuições segundo a variável pseudo-retoque nos seixos lascados.



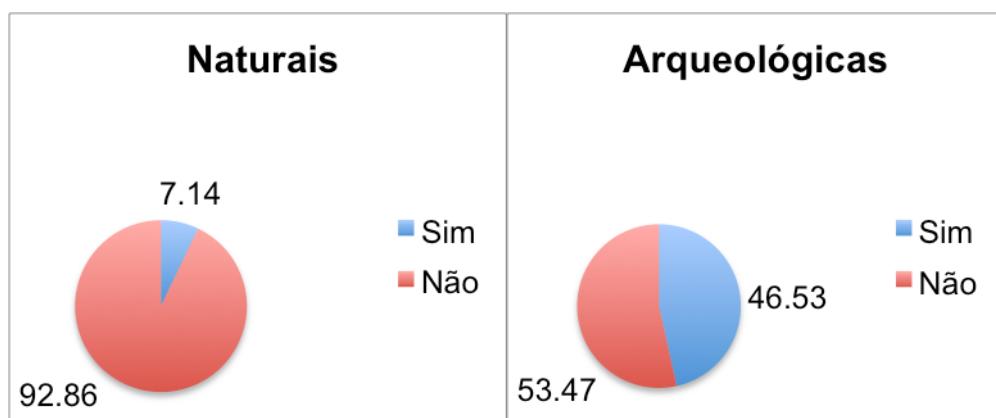
**Gráfico A.9** - Distribuições segundo a variável pseudo-retoque nos núcleos naturais e arqueológicos.



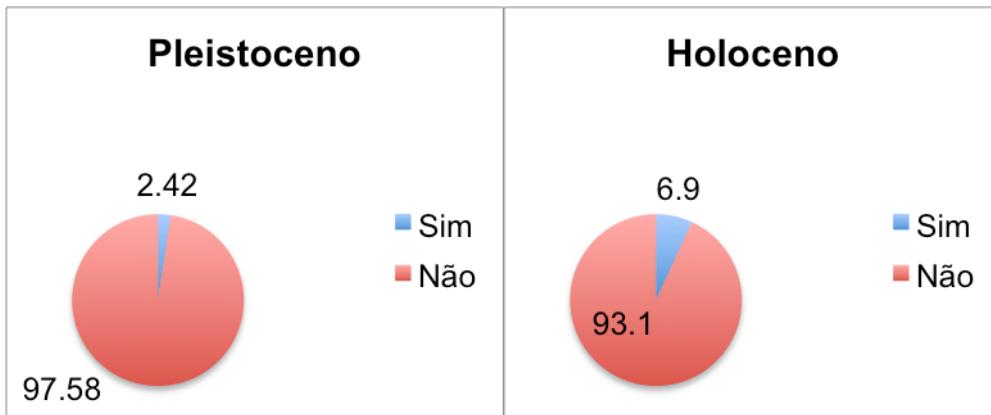
**Gráfico A.10** - Distribuições segundo a variável ângulo de lascamento nas lascas arqueológicas.



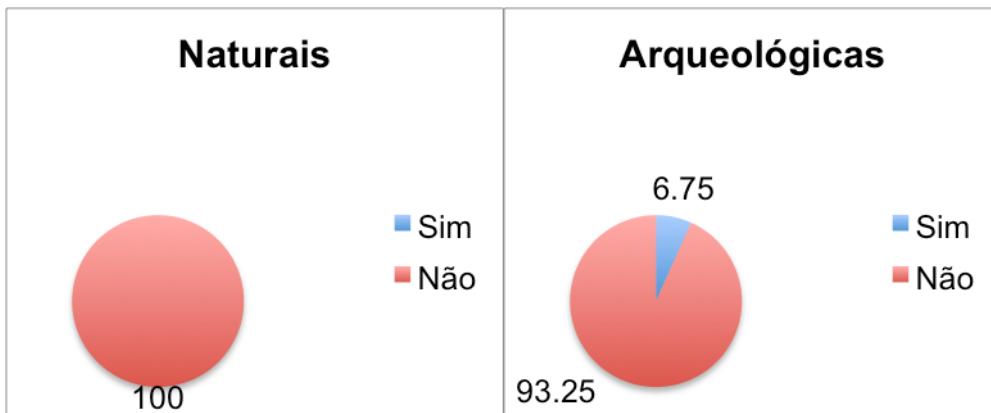
**Gráfico A.11** - Distribuições segundo a variável ângulo de lascamento nas lascas naturais e arqueológicas.



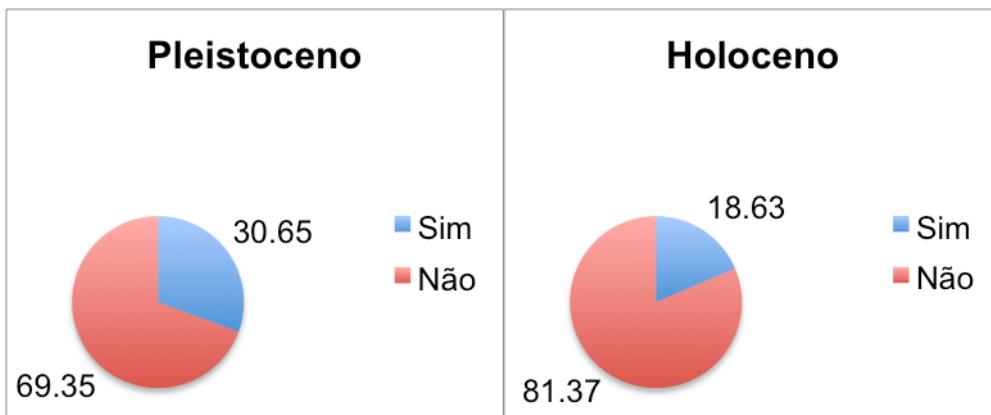
**Gráfico A.12** - Distribuições segundo a variável córtex nas lascas arqueológicas.



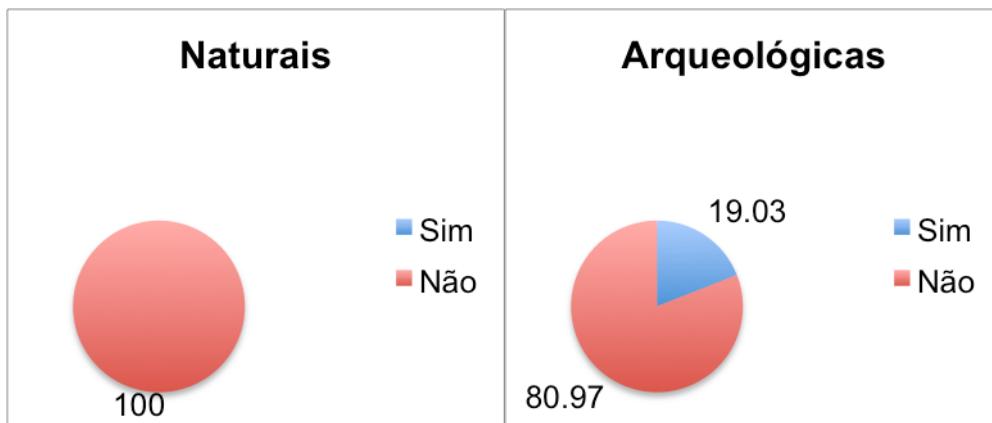
**Gráfico A.13** - Distribuições segundo a variável córtex nas lascas naturais e arqueológicas.



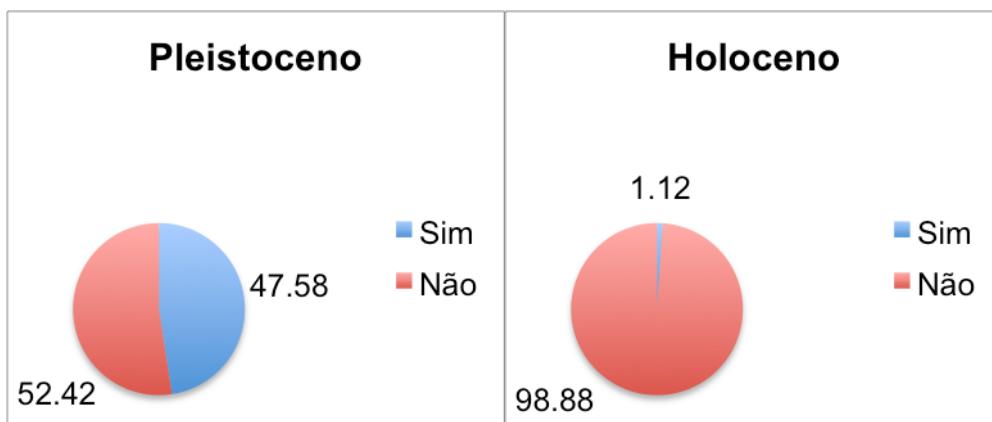
**Gráfico A.14** - Distribuições segundo a variável talão não cortical nas lascas arqueológicas.



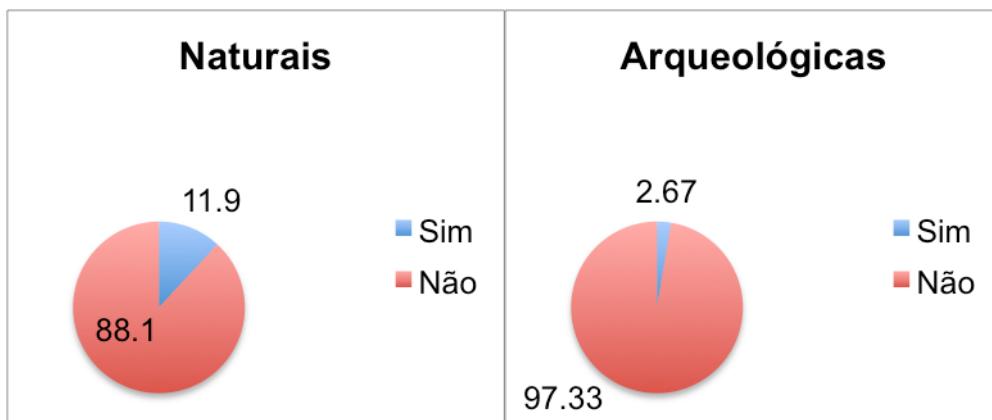
**Gráfico A.15** - Distribuições segundo a variável talão não cortical nas lascas naturais e arqueológicas.



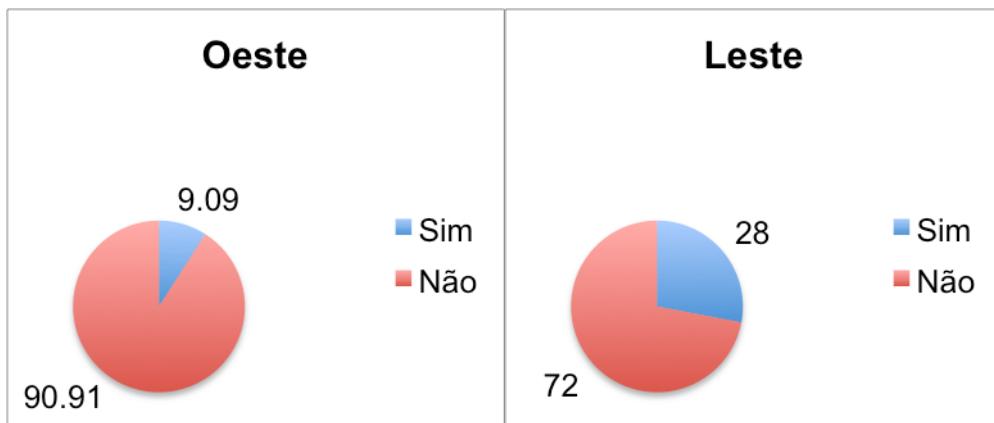
**Gráfico A.16** - Distribuições segundo a variável pseudo-retoque nas lascas arqueológicas.



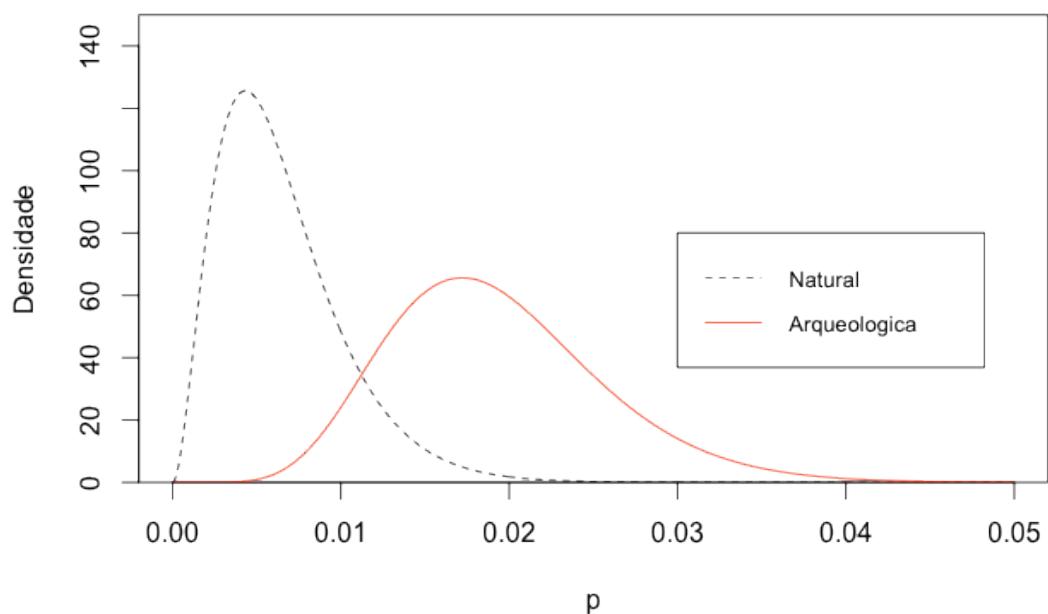
**Gráfico A.17** - Distribuições segundo a variável pseudo-retoque nas lascas naturais e arqueológicas.



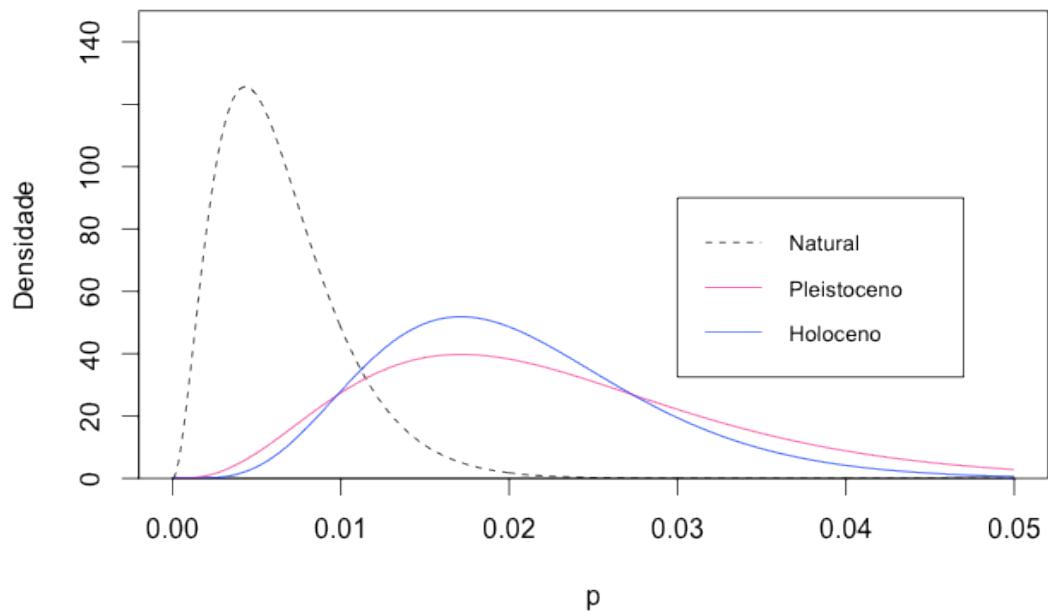
**Gráfico A.18** - Distribuições segundo a variável pseudo-retoque nas lascas arqueológicas.



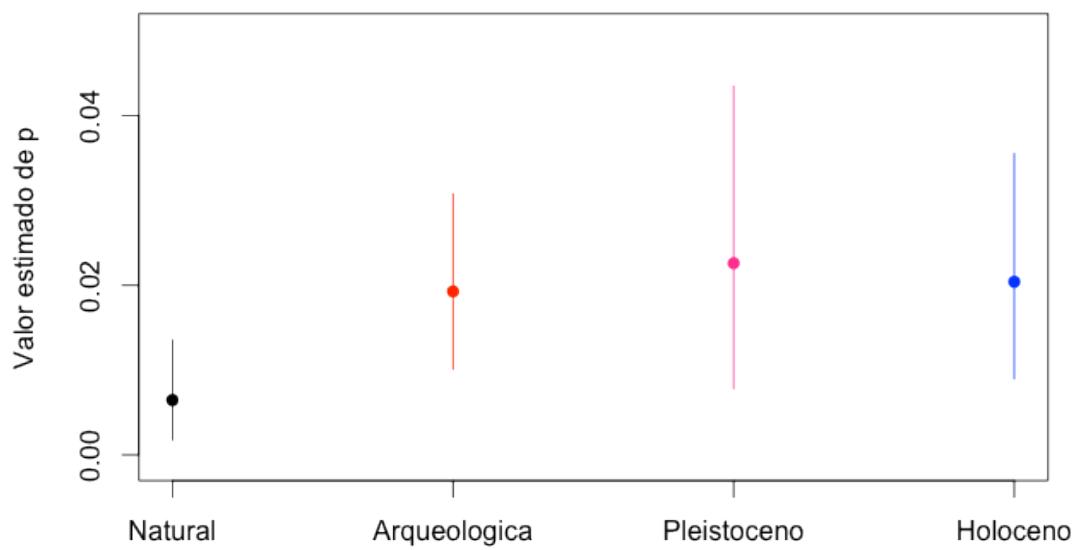
**Gráfico A.19** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados e lascados que apresentam pseudo-retoque.



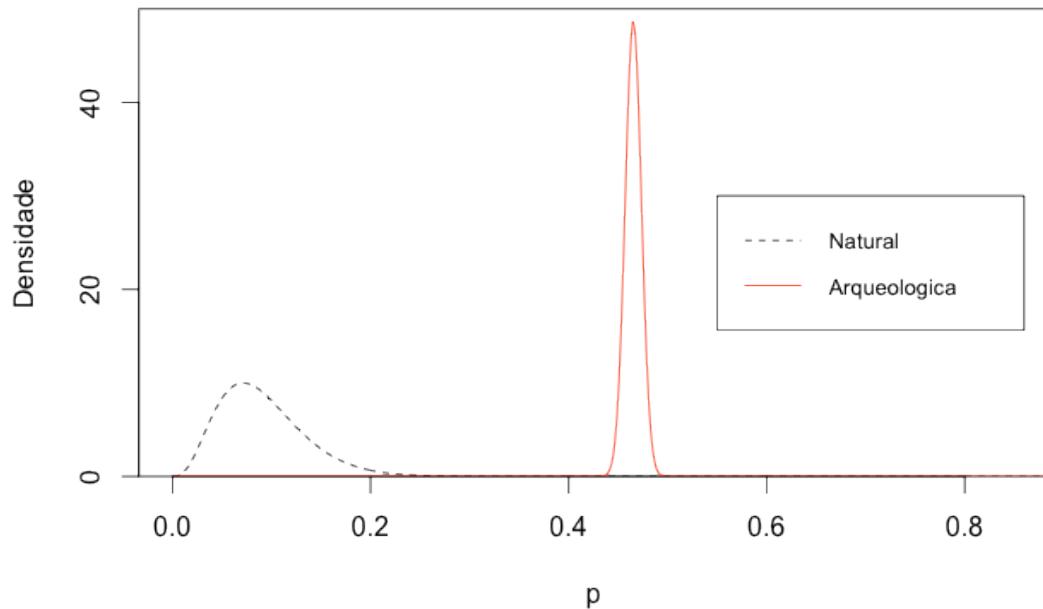
**Gráfico A.20** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados e lascados (por época) que apresentam pseudo-retoque.



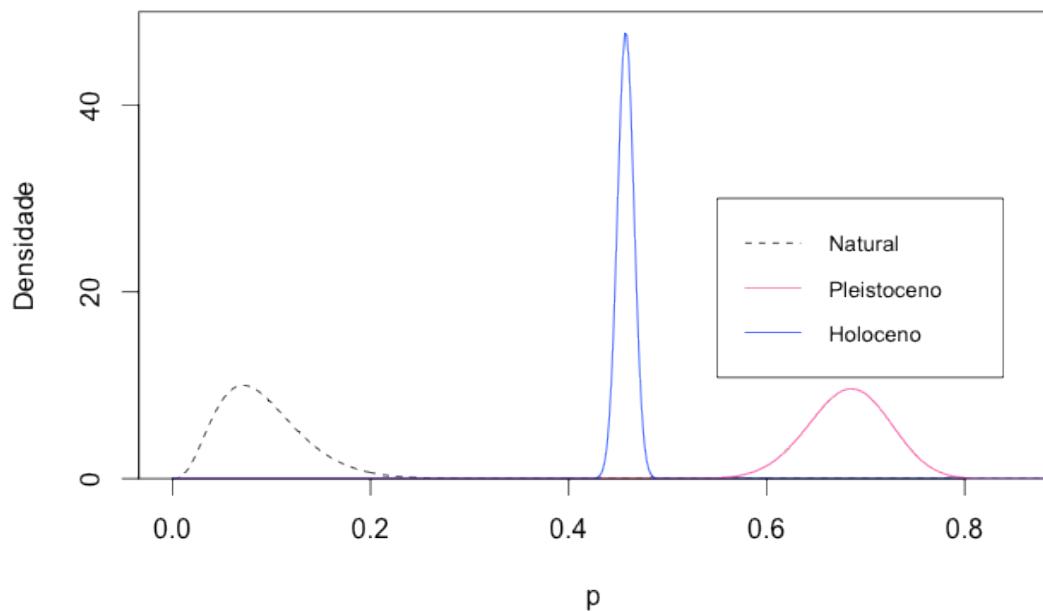
**Gráfico A.21** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de seixos quebrados e lascados que apresentam pseudo-retoque.



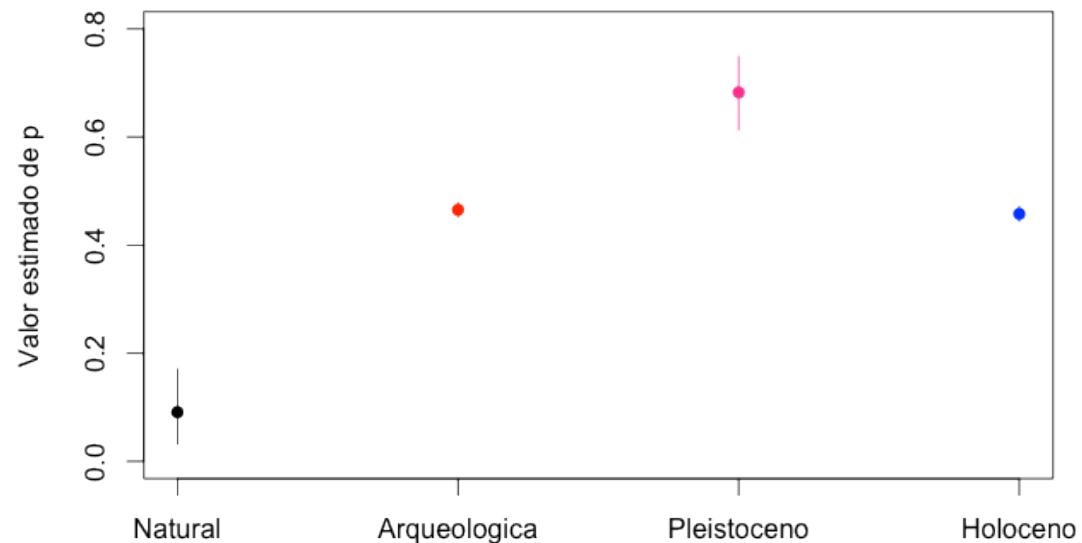
**Gráfico A.22** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ .



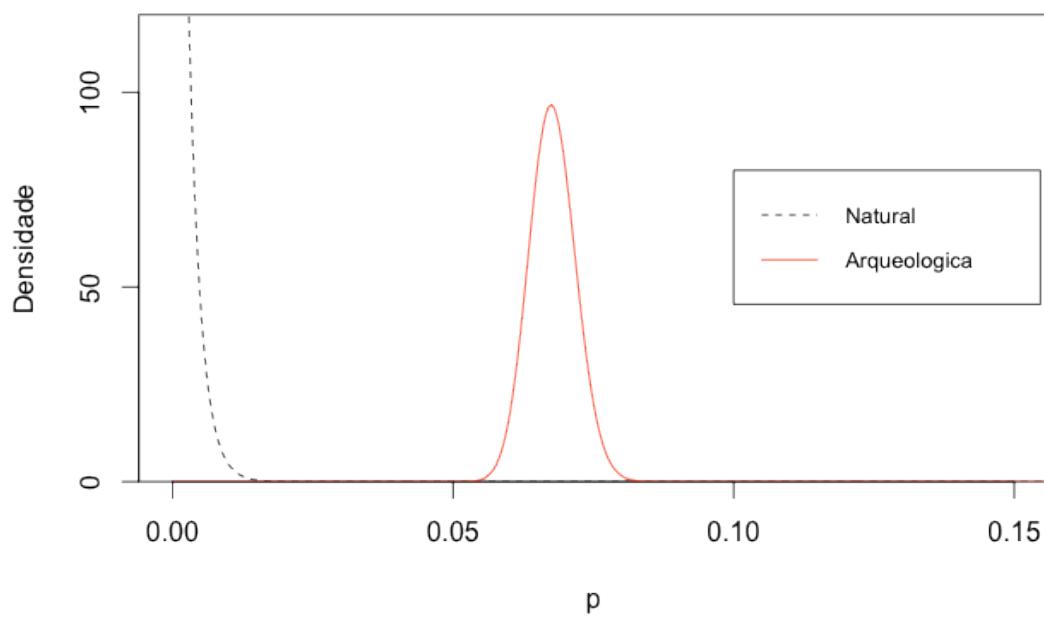
**Gráfico A.23** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas (por época) que apresentam ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ .



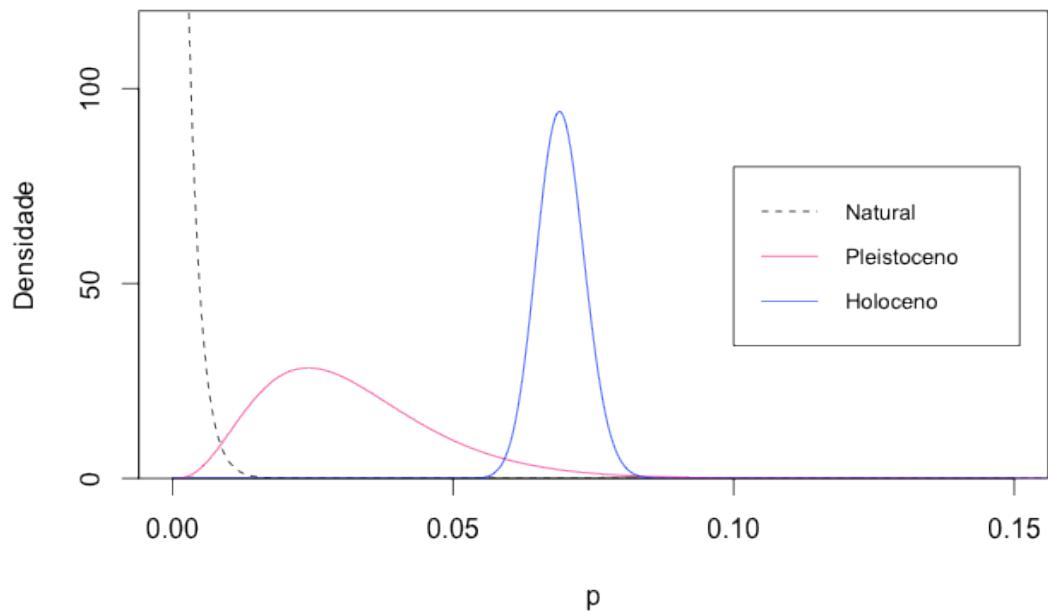
**Gráfico A.24** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam ângulo de lascamento maior que  $90^\circ$ .



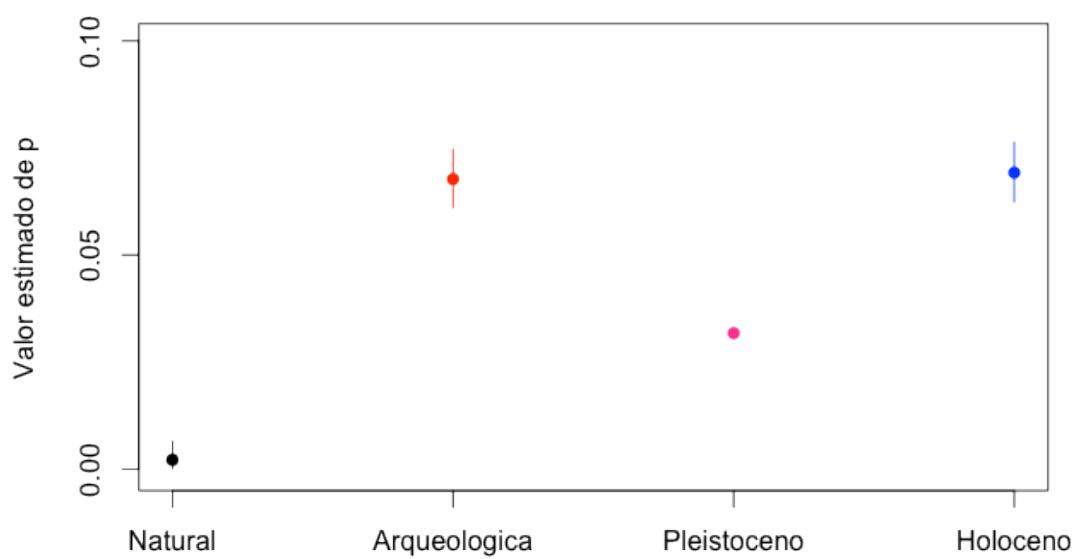
**Gráfico A.25** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam córtex.



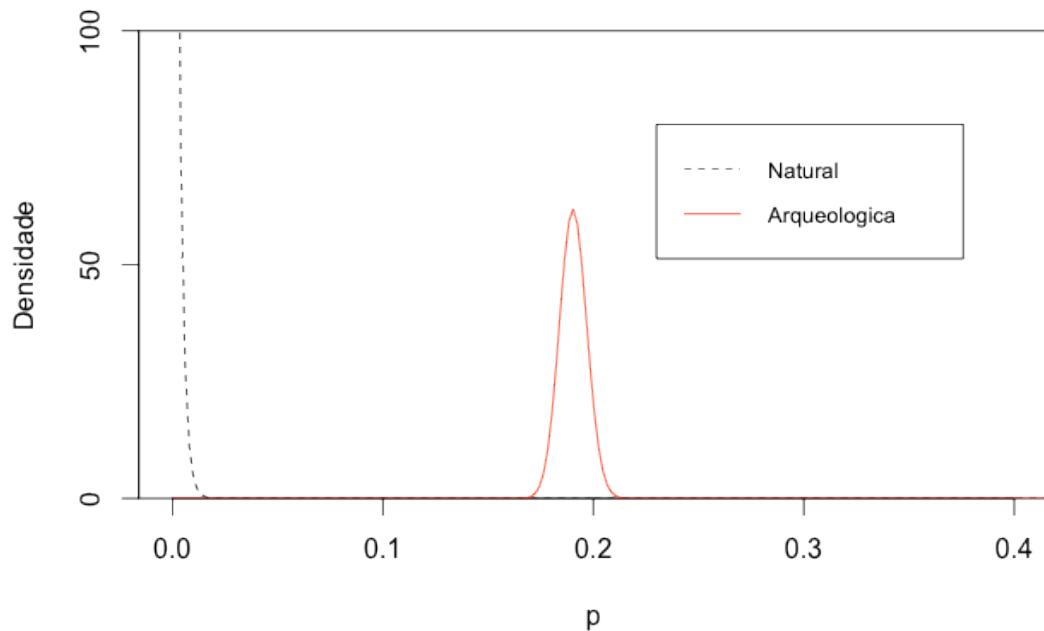
**Gráfico A.26** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas (por época) que apresentam córtex.



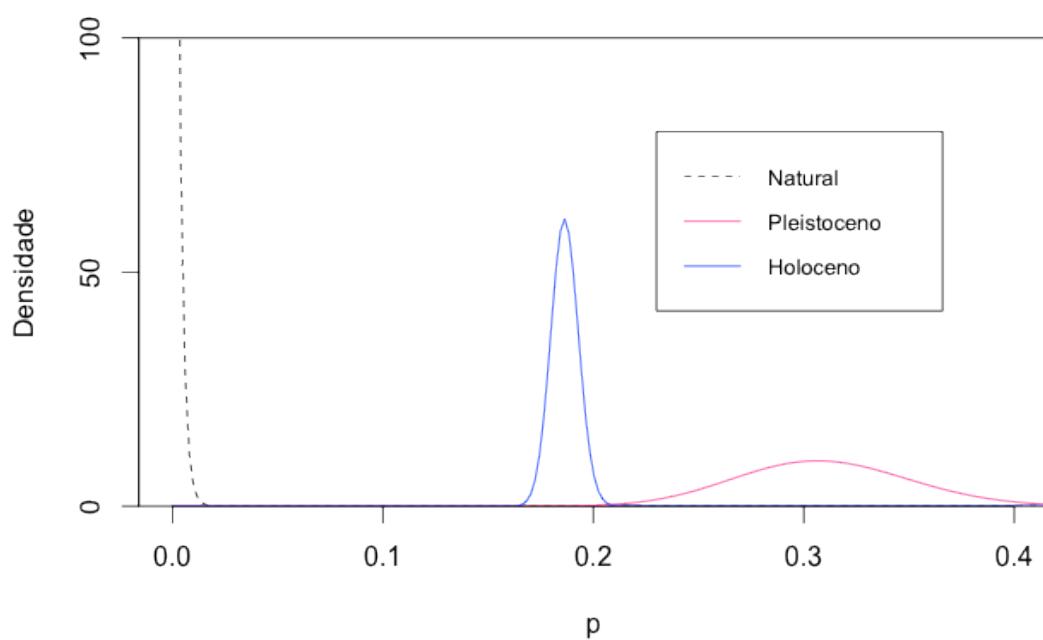
**Gráfico A.27** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam córtex.



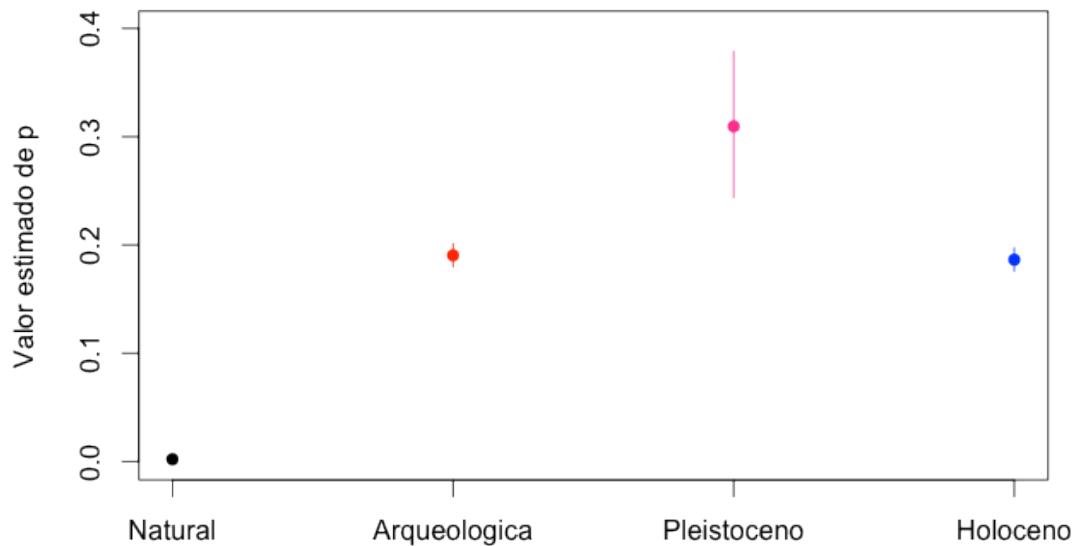
**Gráfico A.28** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam talão não cortical.



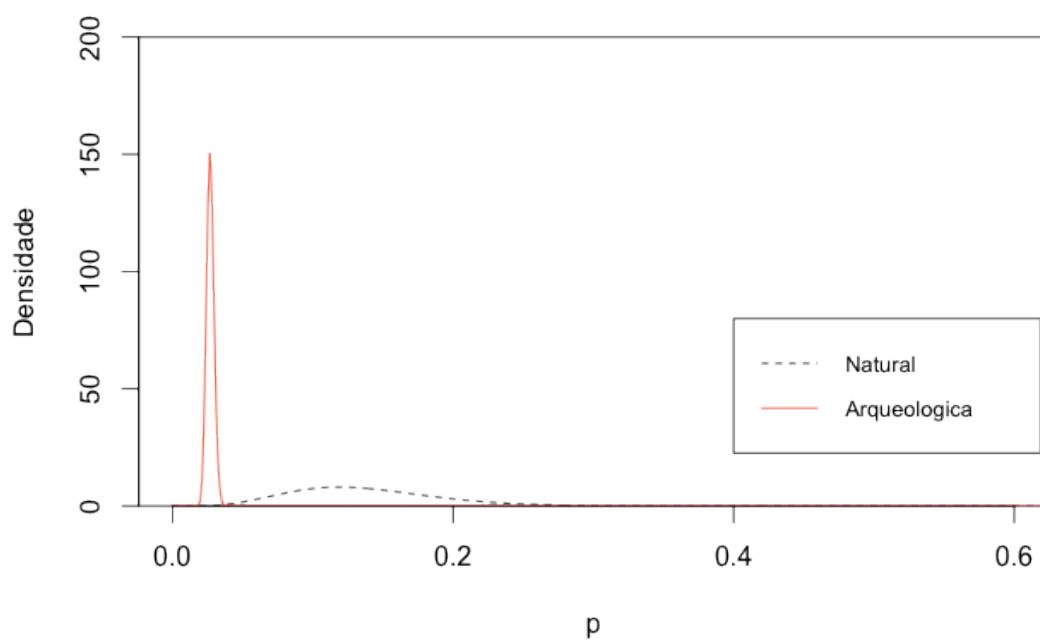
**Gráfico A.29** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas (por época) que apresentam talão não cortical.



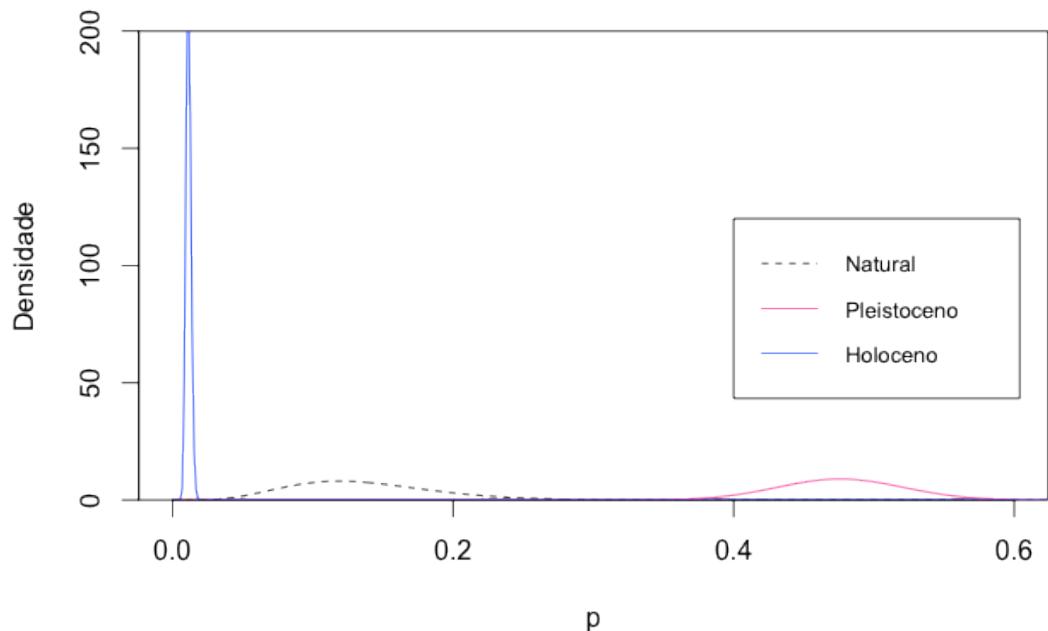
**Gráfico A.30** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam talão não cortical.



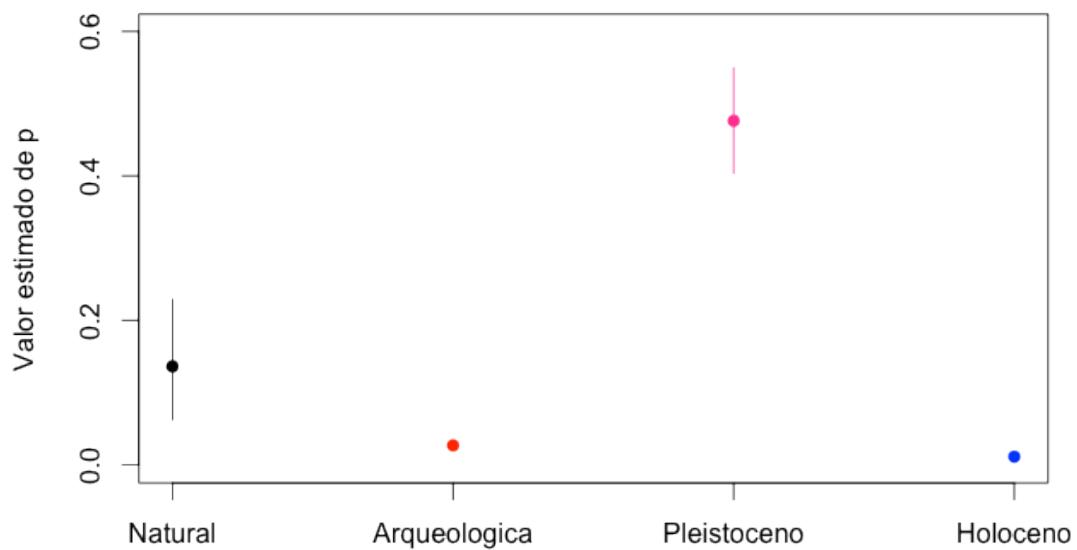
**Gráfico A.31** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam pseudo-retoque.



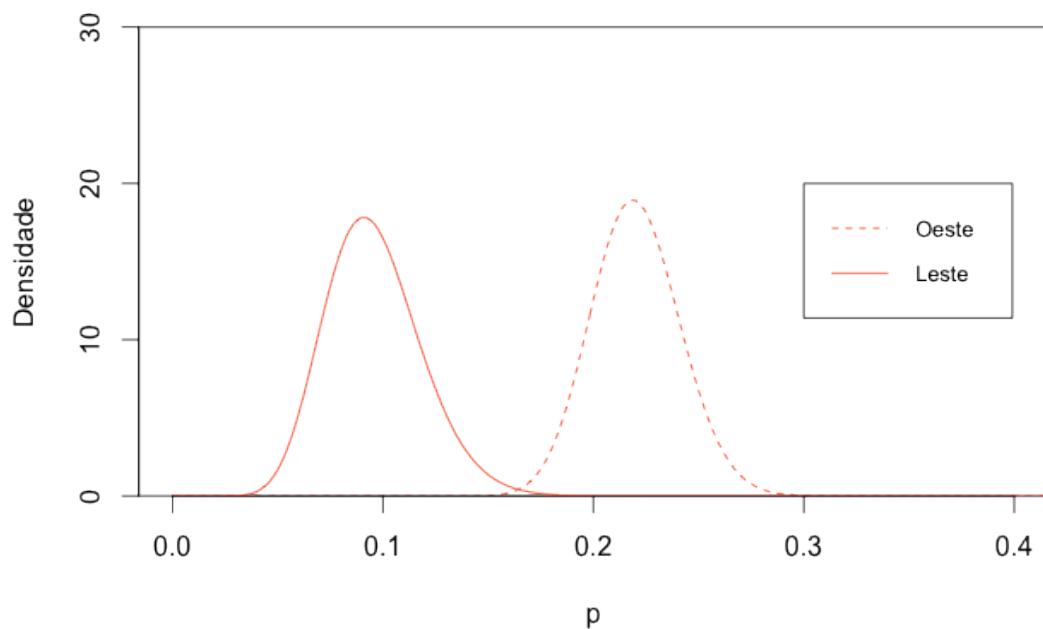
**Gráfico A.32** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas naturais e arqueológicas (por época) que apresentam pseudo-retoque.



**Gráfico A.33** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de lascas naturais e arqueológicas que apresentam pseudo-retoque.



**Gráfico A.34** - Distribuições *a posteriori* da proporção de lascas arqueológicas (por localização) que apresentam pseudo-retoque.



**Gráfico A.35** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de lascas arqueológicas (por localização) que apresentam pseudo-retoque.



**Apêndice B**  
**Tabelas e Gráficos para Quedas B e C**

**Tabela B.1** - Distribuição de frequências segundo o tipo de peça para a Queda B.

<b>Tipo de peça</b>	<b>Total</b>
Peças Inteiras	225
Seixos quebrados	249
Peças Quebradas	20
Lascas	
Fragmentos ou Indeterminados	10
Total	504

**Tabela B.2** - Distribuição de frequências segundo o tipo de matéria-prima para a Queda B.

<b>Tipo de matéria-prima</b>	<b>Total</b>
Quartzo	246
Quartzito	28
Outras	3
Não reconhecido	227
Total	504

**Tabela B.3** - Distribuição de frequências segundo o tipo de peça para a Queda C.

<b>Tipo de peça</b>	<b>Total</b>
Peças Inteiras	191
Seixos quebrados	258
Peças Quebradas	38
Lascas	
Fragmentos	14
Total	501

**Tabela B.4** - Distribuição de frequências segundo o tipo de matéria-prima para a Queda C.

<b>Tipo de matéria-prima</b>	<b>Total</b>
Quartzo	270
Quartzito	77
Outras	1
Não reconhecido	153
<b>Total</b>	<b>501</b>

**Tabela B.5** - Distribuição de frequências segundo a granulometria das peças para as Quedas B e C.

	<b>Queda B</b>	<b>Queda C</b>
32 – 64mm	295	312
64 – 128mm	192	138
128 – 256mm	17	36
> 256mm	0	15

**Tabela B.6** - Distribuição de frequências segundo a quantidade de fraturas dos seixos quebrados para as Quedas B e C.

	<b>Queda B</b>	<b>Queda C</b>
1	169	104
2	48	60
3	5	61
4	2	4
Indeterminado	25	29

**Tabela B.7** - Distribuição de frequências segundo o ponto de impacto dos seixos quebrados para as Quedas B e C.

	Queda B	Queda C
Central	101	32
Periférico	130	164
Indeterminado	18	62

**Tabela B.8** - Distribuição de frequências segundo a contiguidade dos seixos quebrados para as Quedas B e C.

	Queda B	Queda C
Sim	10	1
Não	239	257

**Tabela B.9** - Distribuição de frequências segundo o ângulo maior ou menor que  $45^\circ$  dos seixos quebrados para as Quedas B e C.

	Queda B	Queda C
$\geq 45^\circ$	57	217
$< 45^\circ$	25	30
Indeterminado	167	11

**Tabela B.10** - Distribuição de frequências segundo a fratura em diedro  $80^\circ$  dos seixos quebrados, lascas e fragmentos para as Quedas B e C.

	Queda B	Queda C
Sim	16	16
Não	236	294

**Tabela B.11** - Distribuição de frequências segundo a quantidade de fraturas dos seisos quebrados para as Quedas B e C.

	Queda B	Queda C
1	169	104
2	48	60
3 ou 4	7	65

**Tabela B.12** - Valores-p dos testes qui-quadrado de homogeneidade.

	Valor-p
Granulometria	< 0,0001
Quantidade de fraturas	< 0,0001
Ponto de impacto	< 0,0001
Contiguidade	0,005
Ângulo	0,0001
Fratura em diedro 80°	0,5456

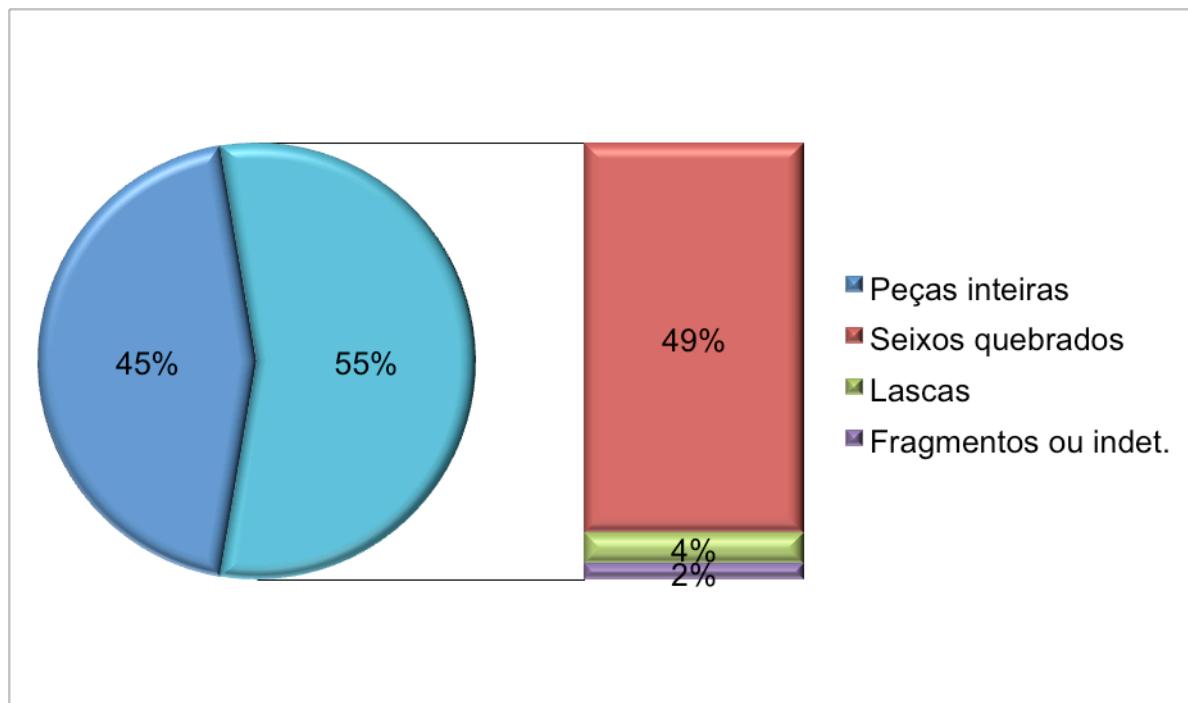
**Tabela B.13** - Probabilidades estimadas da proporção à posteriori de peças da Queda B apresentar uma característica ser maior que da Queda C.

	$p_B > p_C$
Ponto de impacto	100%
Contiguidade	99,7%
Ângulo	0,1%
Fratura em diedro 80°	73,1%

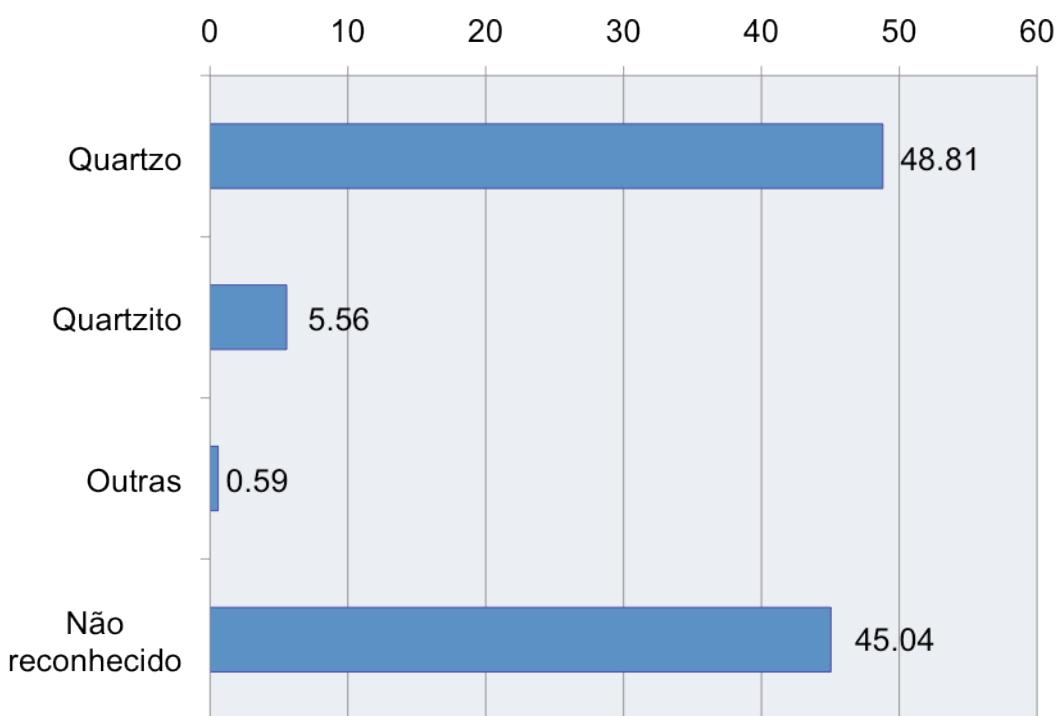
**Tabela B.14** - Valores estimados e a diferença das estimativas usando a média a posteriori de p.

Variável	Queda B	Queda C	Diferença
Ponto de impacto central	0,437768	0,165829	0,271939
Contiguidade	0,043825	0,007692	0,036133
Ângulo maior ou igual a 45°	0,690476	0,875502	-0,185026
Fratura em diedro 80°	0,066929	0,054487	0,012442

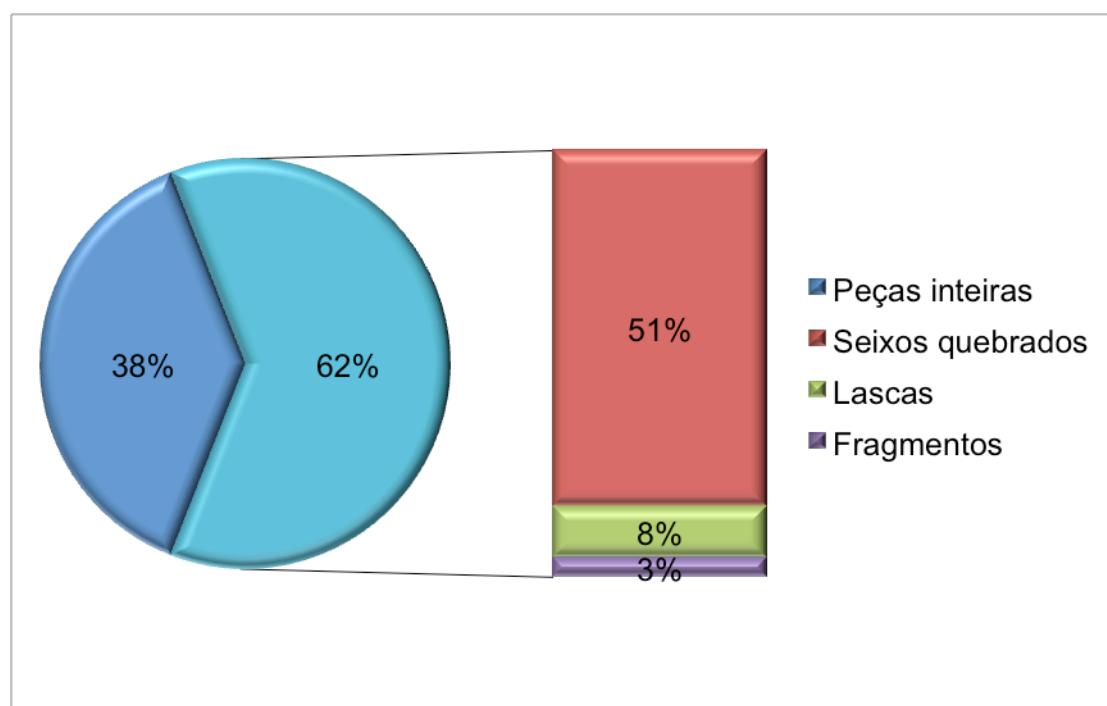
**Gráfico B.1** - Distribuição segundo o tipo de peça para a Queda B.



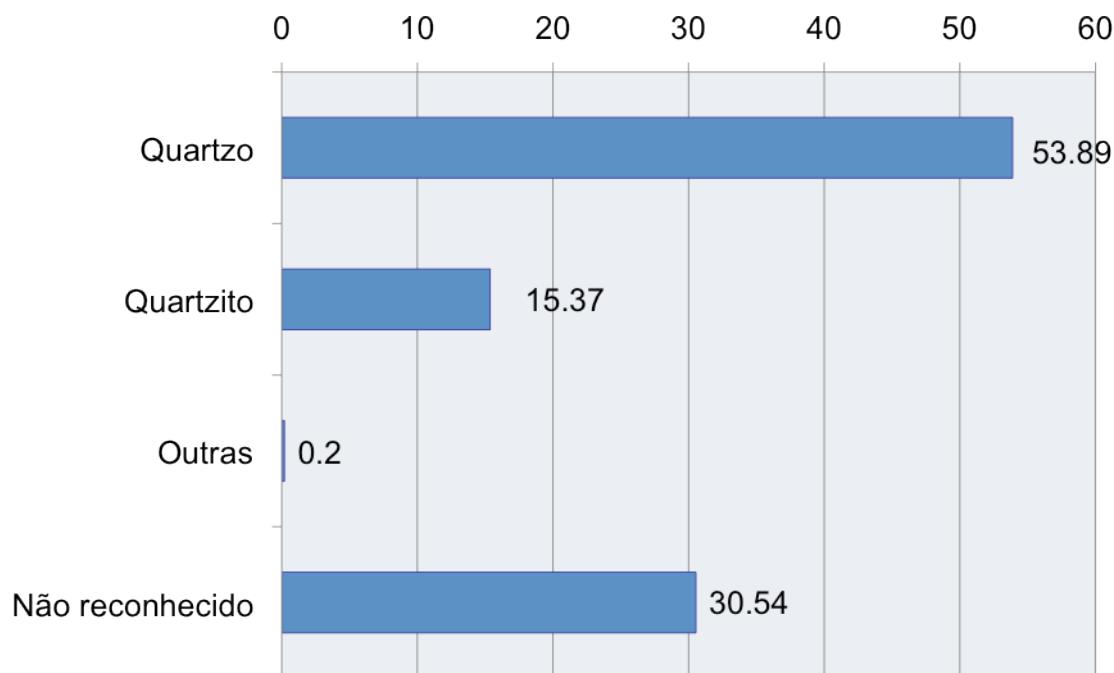
**Gráfico B.2** - Distribuição segundo o tipo de matéria-prima para a Queda B.



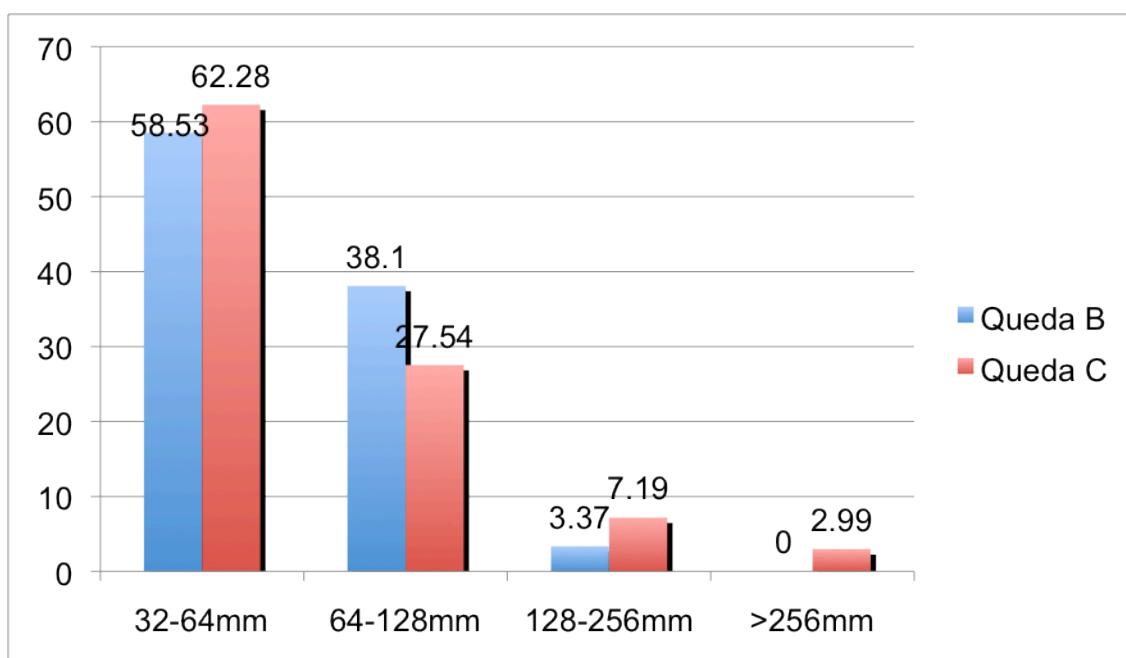
**Gráfico B.3** - Distribuição segundo o tipo de peça para a Queda C.



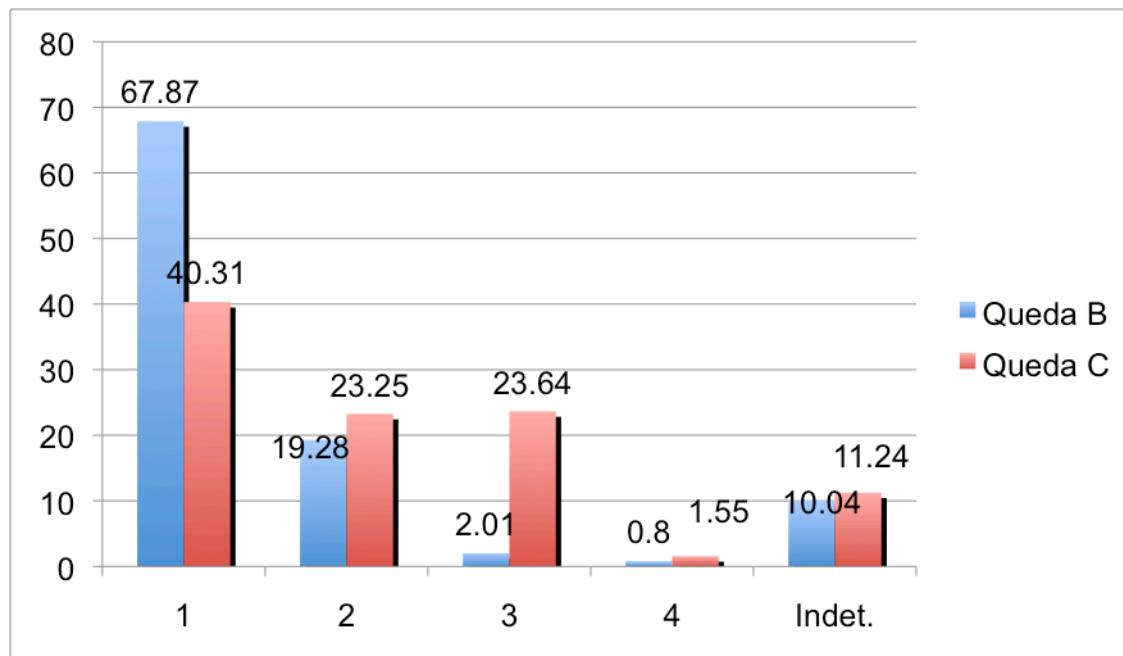
**Gráfico B.4** - Distribuição segundo o tipo de matéria-prima para a Queda C.



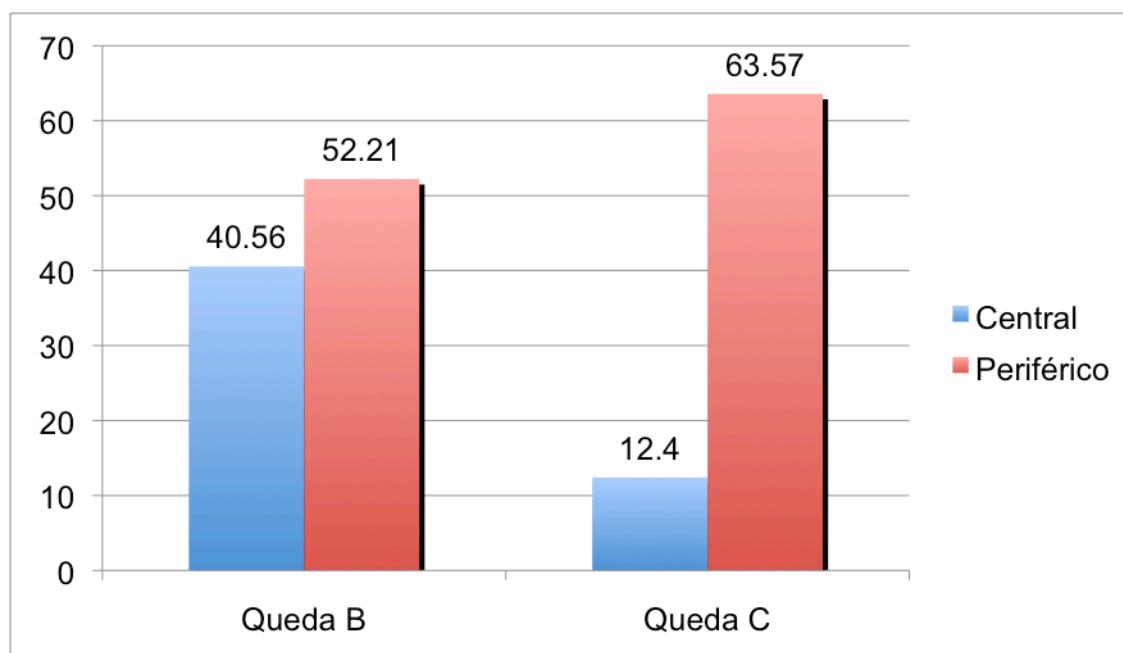
**Gráfico B.5** - Distribuição da variável granulometria para todas as peças.



**Gráfico B.6 - Distribuição da variável quantidade de fraturas para os seixos quebrados.**



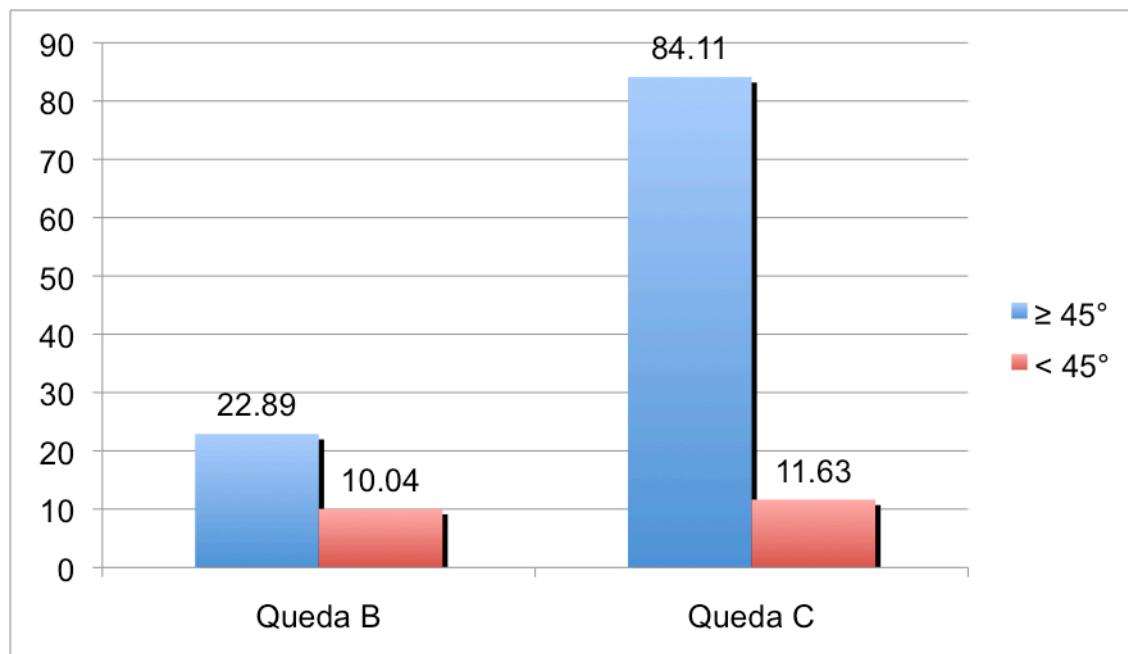
**Gráfico B.7 - Distribuição da variável ponto de impacto para os seixos quebrados.**



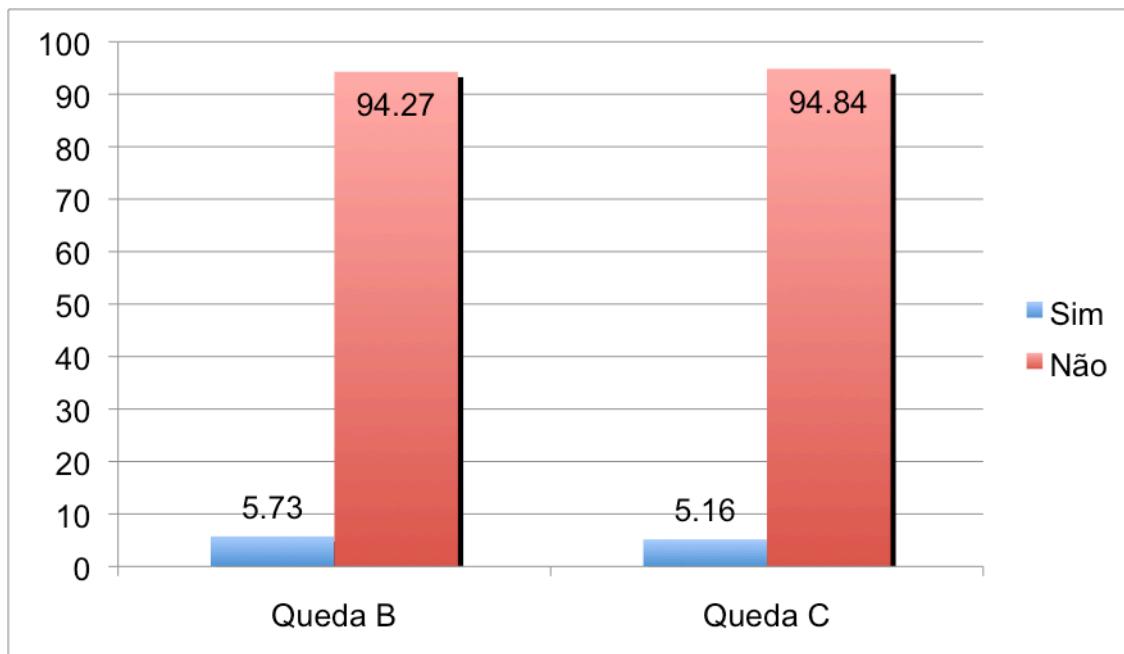
**Gráfico B.8** - Distribuição da variável contiguidade para os seixos quebrados.



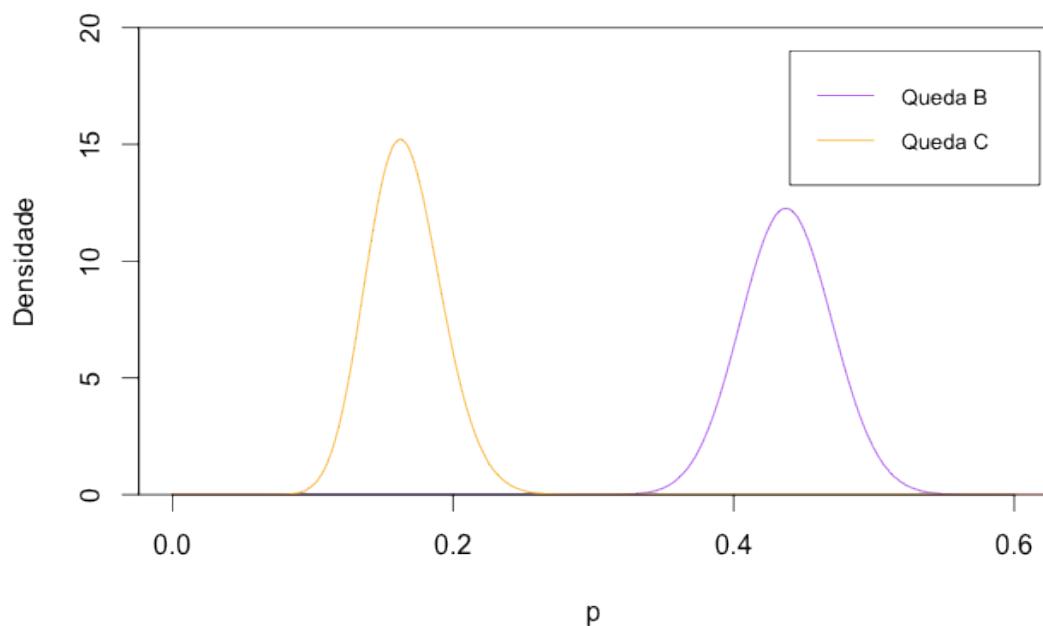
**Gráfico B.9** - Distribuição da variável ângulo maior ou menor que  $45^\circ$  para os seixos quebrados.



**Gráfico B.10** - Distribuição da variável fratura em diedro  $80^\circ$  para os seixos quebrados, lascas e fragmentos.



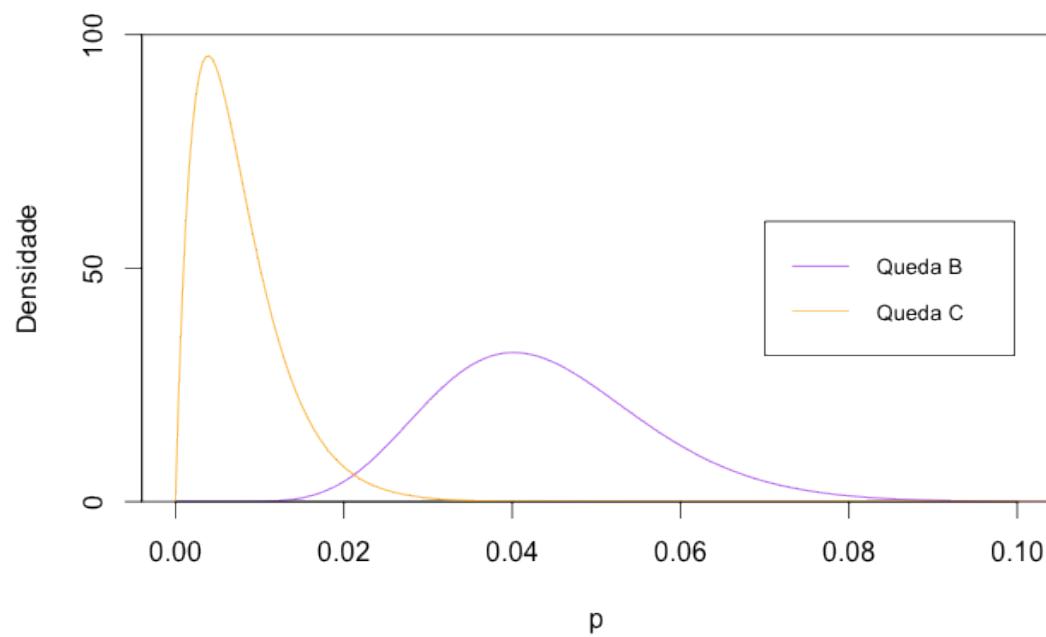
**Gráfico B.11** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados que apresentam ponto de impacto central.



**Gráfico B.12** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de seixos quebrados que apresentam ponto de impacto central.



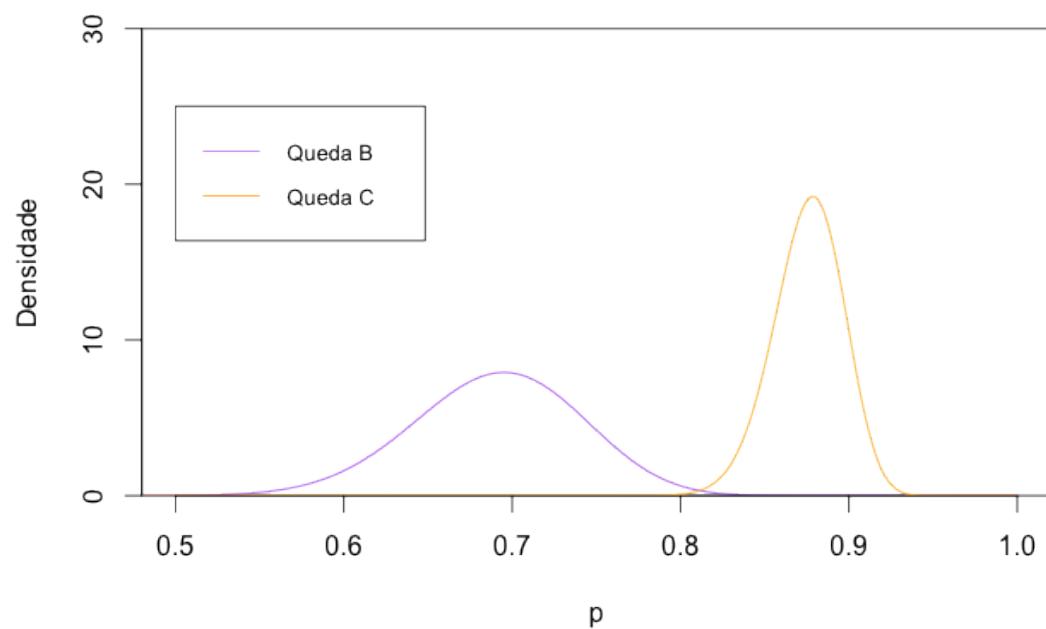
**Gráfico B.13** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados que apresentam contiguidade.



**Gráfico B.14** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de seixos quebrados que apresentam contiguidade.



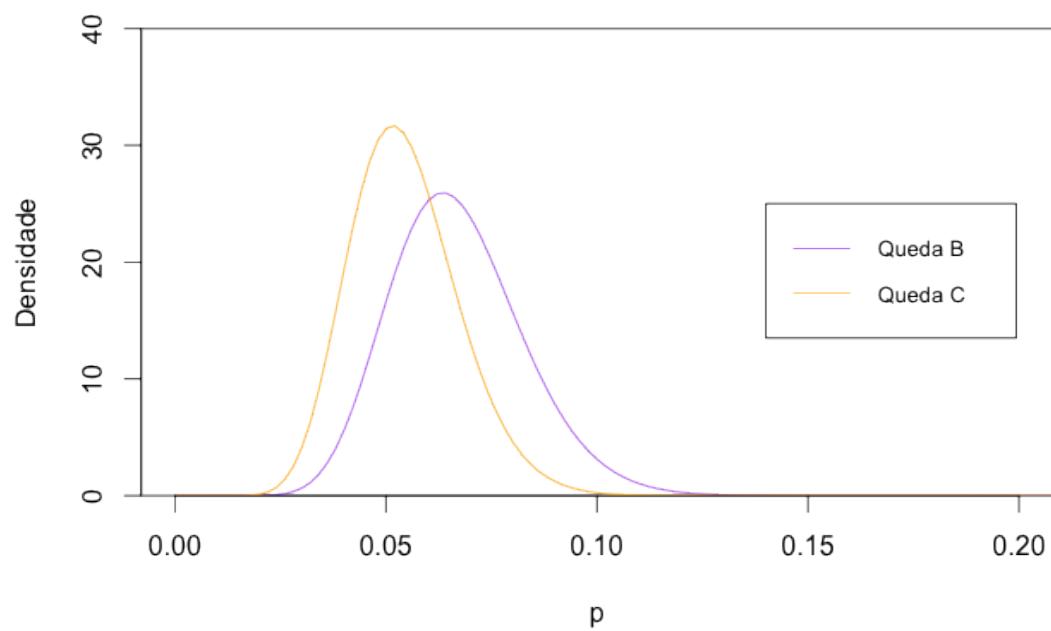
**Gráfico B.15** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados que apresentam ângulo maior ou igual a  $45^\circ$ .



**Gráfico B.16** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de seixos quebrados que apresentam ângulo maior ou igual a  $45^\circ$ .



**Gráfico B.17** - Distribuições *a posteriori* da proporção de seixos quebrados, lascas e fragmentos que apresentam fratura em diedro  $80^\circ$ .



**Gráfico B.18** - Valores estimados e intervalos de credibilidade (90%) da proporção de seixos quebrados, lascas e fragmentos que apresentam fratura em diedro 80°.

