

REVISTA DE ARQUEOLOGIA

Volume 38 No. 1 Janeiro - Abril 2025

ARTIGO

Curva de Acúmulo de Espécies como teste de amostragem de sítios arqueológicos

Glauco Constantino Perez*, Mercedes Okumura**, Astolfo Gomes de Melo Araujo***

RESUMO

O artigo introduz a Curva de Acúmulo de Espécies, método estatístico utilizado nas Ciências Biológicas e adaptado para Arqueologia, utilizado para mostrar indivíduos em áreas naturais, baseando-se na observação e contagem de indivíduos durante visitas aos espaços que estão sob análise. Na Arqueologia, o teste analisa os dados do sítio, identificando redundâncias de observações, o que possibilita uma análise mais eficiente, contribuindo para a otimização de pesquisas. Além disso, delinearemos um protocolo para a aplicação do método, que possa auxiliar nas possíveis interpretações dos resultados exemplificados por meio de estudos de caso nos sítios Mineração e Gramado, ambos associados à Tradição Tupiguarani no estado de São Paulo, apresentando potencial do uso desse tipo de teste estatístico em estudos arqueológicos.

Palavras-chave: Curva de acúmulo de espécies; Teste estatístico; Cerâmica Arqueológica; Tradição Tupiguarani; Estado de São Paulo.

* Doutor em Arqueologia pelo Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE/USP) e Pós-Doutorando no Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente - Museu de Arqueologia e Etnologia (LEVOC/MAE/USP). E-mail: glauco1113@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1472-3360>.

** Professora Doutora no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e Coordenadora do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos (LEEH/IB/USP). E-mail: okumuram@usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1894-6430>.

*** Professor Doutor Livre Docente do Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE/USP) e Coordenador do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente - Museu de Arqueologia e Etnologia (LEVOC/MAE/USP). E-mail: astwolfo@usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0349-1226>.

THE CURVE OF SPECIES ACCUMULATION AS A SAMPLING TEST FOR ARCHAEOLOGICAL SITES

RESUMO

This study introduces the curve of species accumulation, a statistical method for the biological sciences and adapted for archaeology. Used to sample individuals in natural areas, it bases itself on observing and counting of individuals during visits to the spaces under analysis. In archaeology, the test analyzes site data, identifying redundancies in observations and enabling a more efficient analysis, which contributes to research optimization. Furthermore, we will outline a protocol for applying the method, which can assist in the possible interpretations of the results, exemplified by case studies at the Mineração and Gramado sites, both associated with the Tupiguarani Tradition in the state of São Paulo, offering the potential for using this type of method of statistical testing in archaeological studies.

Keywords: Species Accumulation Curve; Statistical test; Archaeological Ceramics; Tupiguarani tradition; State of Sao Paulo.

CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES COMO PRUEBA DE MUESTREO DE SITIOS ARQUEOLÓGICOS

RESUMEN

Este artículo presenta la curva de acumulación de especies, un método estadístico utilizado en Ciencias Biológicas y adaptado para Arqueología para mostrar a individuos en áreas naturales y que se basa en la observación y conteo de individuos durante las visitas a los espacios que se encuentran bajo análisis. En Arqueología, la prueba analiza datos del sitio, identificando redundancias en las observaciones, lo que permite un análisis más eficaz, contribuyendo a la optimización de la investigación. Además, se formula un protocolo para la aplicación del método, que puede ayudar en las posibles interpretaciones de los resultados, ejemplificados en estudios de caso en los sitios Mineração y Gramado, ambos asociados con la tradición tupí-guaraní en el estado de São Paulo, y que presenta potencial para utilizar este tipo de métodos de pruebas estadísticas en estudios arqueológicos.

Palabras clave: Curva de acumulación de especies; Prueba estadística; Cerámica Arqueológica; Tradición Tupí-guaraní; Estado de São Paulo

INTRODUÇÃO

Os trabalhos em Arqueologia que envolvem a escavação de sítios podem representar a destruição parcial ou total deles. O resultado da escavação é a produção de coleções arqueológicas que devem ser minimamente representativas da cultura material local identificada. A partir dos anos de 1960, a verificação por frequência se torna uma maneira para indicar o tamanho das amostras analisadas, embora em muitos casos a amostragem dos artefatos pudesse ser realizada de maneira subjetiva (Lyman; Ames, 2007). A amostragem na estatística envolve dois conceitos: 1) a população ou o conjunto de fenômenos, cujas características são de interesse ao pesquisador e 2) a amostra, que é um subconjunto do todo que será examinado (Banning, 2021). Nessa perspectiva, o objetivo final da constituição de amostras é realizar inferências sobre a população analisada.

Na Arqueologia, a amostragem é uma prática essencial, uma vez que a análise de populações inteiras é inviável, portanto, ela deve ser abordada de maneira clara e objetiva durante o processo de caracterização da diversidade populacional (Eren, *et al.*, 2012; Banning, 2021). Desse modo, os arqueólogos que empregam formalmente a amostragem concordam que amostras maiores são mais aceitas do que uma amostra pequena e que é difícil inferir até que ponto devemos ter confiança em inferências baseadas em pequenos subconjuntos de uma população (Banning, 2021).

Sobre os tamanhos das amostragens, Huggett (2020) explora como o aumento massivo de dados na arqueologia está transformando a nossa prática. Huggett trabalha com dados digitais na prática da arqueologia. Huggett argumenta que o volume, a variedade e a velocidade dos dados digitais podem alterar não apenas como os arqueólogos conduzem suas análises, mas também os tipos de perguntas que podem ser feitas. O autor sugere que essa revolução digital apresenta desafios e oportunidades, como a necessidade de novas abordagens teóricas, metodológicas e críticas para lidar com a complexidade e a escala dos dados. Nesse sentido, a utilização de amostragem para lidar com dados considerados grandes é essencial para os trabalhos interpretativos da Arqueologia.

Meltzer, Leonard e Stratton (1992) informam que até a década de 1980 muitos se baseavam nos estudos realizados por Cruz-Uribe (1988), e propuseram que um número mínimo de 25 indivíduos (MNI) seria uma boa amostra para as assembleias de fauna. Essa generalização de dados também poderia ser estendida para os artefatos cerâmicos e líticos, porém, por outro lado, Meltzer, Leonard e Stratton (1992) contestaram tal informação. A amostragem é frequentemente realizada com o propósito de estimar um valor médio para os dados e, nesse sentido, é importante decidir o quão preciso deseja que o acerto dessa estimativa seja. A precisão dos dados é relativa e é, geralmente, uma consideração prática e científica, não apenas uma questão estatística (Eckblad, 1991). Banning (2021) compreende que o ideal são “amostras intencionais”, isto é, amostras que demonstram ser necessárias para auxiliar com as inferências possíveis para a análise desejada, independentemente do seu tamanho, mas que resultem na seleção consciente de certos membros de uma população analisada.

A partir dessa discussão, parece razoável supor que uma amostra “suficientemente grande” incluiria todas as possíveis observações que se pretende amostrar de uma população, mas em alguns casos, o total dessas observações amostradas é igual a um, como nos exemplos de ossos de animal, quando se encontra um único indivíduo representado, ou ainda em locais de atividades especializadas com um número limitado de artefatos presentes. Nesses casos, a amostragem se torna completa com um baixo número de artefatos observados (Meltzer; Leonard; Stratton, 1992). Desse modo, a forma como as amostras são analisadas fornecem informações preciosas sobre a população que está sob análise e, por essas razões, é crucial determinar em cada caso de estudo a relação entre as observações feitas e o tamanho da amostra.

Ecólogos utilizam métodos de amostragens há mais de 100 anos, percebendo que, à medida que a área amostrada aumenta, o tamanho da amostra também aumenta (Lyman; Ames, 2007). Os trabalhos sob a temática da Arqueobotânica e Zooarqueologia, que realizam estudos sobre o número de peças identificadas (NISP) e o número mínimo de indivíduos (MNI) (Banning, 2021; Binford, 1981; Reitz;

Wing, 2008; White, 1953), também aplicam estudos em coleções arqueológicas com o procedimento de “amostras por redundância” (Colwell; Mao; Chang, 2004; Lyman; Ames, 2007). Nesses casos, hipoteticamente, os dados empíricos indicariam que, com o aumento do tamanho amostral, as novas taxa adicionadas resultariam em uma curva que cresce inicialmente de forma íngreme (por serem abundantes) e, após isso, progressivamente fica menos íngreme, pelas taxa analisadas serem menos raras à medida que o estudo continua (Jones; Beck; Grayson, 1983).

Em análises cerâmicas, Cerezer (2017) estabelece um protocolo de identificação de número mínimo de vasilhas, por meio de um modelo padrão da cerâmica Tupi, que ajuda a projetar a forma das vasilhas com base nos fragmentos e sua proporcionalidade entre os diâmetros e as alturas. O autor entende que a soma dos elementos técnicos e gestuais, e as proporções conhecidas dos conjuntos de vasilhas da população estudada, permitiria agrupar a partir das formas os conjuntos tipológicos, nos quais seria possível estabelecer morfologias e tipologias em uma coleção e, desse modo, estabelecer o número mínimo de vasilhas por meio de remontagens e agregação dos fragmentos de borda.

O autor sugere também que, para o estudo de fragmentos do corpo da vasilha que não sejam da borda, o número mínimo de vasilhas pode ser estabelecido a partir da área total que esses fragmentos ocupam em metros quadrados, comparada com a área total ocupada pela superfície de uma vasilha. Nesse caso, o pesquisador deve conhecer a forma que essa vasilha pode ter. O método sugerido pelo autor consiste na soma total da área em metros quadrados dos fragmentos e sua relação com os aspectos tecnológicos, tipológicos e formais da vasilha estudada. Cerezes alerta que, para estabelecer o número mínimo de vasilhas, o cálculo deve ter como referência as morfologias recuperadas da coleção estudada ou as formas padrão do contexto regional.

De modo geral, quando trabalhos acadêmicos são baseados em coleções de grande porte, pouco se fala sobre quais os critérios adotados para a análise da coleção, culminando em estudos voltados para análises quantitativas dos objetos, nas quais são descritas as frequências e contagens gerais analisadas. A possibilidade da verificação amostral da coleção raramente é aferida pelo pesquisador responsável, e só é identificada durante análises sistemáticas realizadas por pesquisadores empenhados em entender contextos em escalas regionais (Perez, 2022b). Usualmente, os dados analisados e apresentados em relatórios de pesquisa, teses e dissertações que envolvem análises de coleções arqueológicas resultam em descrições quantitativas, em que não se sabe se a amostra é representativa do sítio arqueológico estudado (Lyman; Ames, 2007).

Neste artigo, apresentamos um método para avaliar a relevância estatística dos dados provenientes de coleções arqueológicas, conhecido como Curva de Acúmulo de Espécies. Esse método envolve a criação de um gráfico que representa o número de observações de um atributo do artefato arqueológico com a função de medir sua amostragem e ainda permite que se tenha dados confiáveis sem a necessidade de analisar coleções inteiras de cultura material (Colwell; Mao; Chang, 2004). Para isso, demonstramos a aplicação do método ao longo da análise de dois sítios arqueológicos no estado de São Paulo: o sítio Mineração e o sítio Gramado. Esses sítios foram escolhidos como exemplos por apresentaram coleções extensas, embora de tamanhos diferentes, e por demonstrarem de maneira bem-sucedida que uma amostragem parcial das peças é suficiente para sua caracterização segundo os atributos definidos na pesquisa em que estão inseridos. Destacamos que a amostragem dos sítios foi pensada levando-se em consideração a maneira como esses sítios estavam armazenados na Reserva Técnica do Museu de Arqueologia e Etnologia – MAE da Universidade de São Paulo.

Nesse caso, os testes realizados nas coleções arqueológicas são aplicados de forma a evitar a necessidade de analisar toda a coleção do sítio. O que será apresentado nas páginas seguintes é a aplicação de um método de amostragem que busca reduzir essa demanda, no qual o viés amostral em trabalhos arqueológicos raramente é completamente resolvido; mesmo em escavações sistemáticas, essa questão é persistente.

AMOSTRAGEM NA ARQUEOLOGIA

O uso de métodos de amostragem nos permite realizar afirmações sobre populações com menor preocupação do que apenas com o uso de dados ao acaso, ou a partir de nossos preconceitos (Drennan, 2010; Eckblad, 1991). Banning (2021) afirma que as primeiras utilizações da amostragem em arqueologia surgiram nos anos de 1950, no trabalho de Phillips, James e James (1951), tentando adequar amostras de sítios cerâmicos para a seriação. No entanto, esses autores não empregaram métodos formais para constituir o tamanho da amostra e, por isso, não teriam atraído atenção explícita de arqueólogos até a década seguinte.

Binford (1964) parece ter sido influente na adoção de amostragem e lidera o uso entre os arqueólogos, apresentando-a como elemento principal para o desempenho de pesquisas em arqueologia. Suas estratégias de amostragem para a compreensão das populações e as diferenciações trazidas são fundamentais para a arqueologia, sendo ele pesquisador pioneiro nesse campo de atuação. Banning (2021) entende que foi a partir de estudos de Binford que se popularizou o uso de amostragens de “20%” (entre aspas) para áreas de estudo, sem boa justificativa pela escolha desse valor, o que se tornou uma prática comum entre os arqueólogos. No entanto, apesar da importância de amostragens em todos os níveis de coleta, a literatura periódica até os anos de 1960 deu maior ênfase à amostragem em nível regional, negligenciando os locais específicos de amostragem e os próprios objetos (Banning, 2021).

A amostragem, método corrente entre os pesquisadores dos anos de 1960, passa a fazer parte da literatura base das gerações futuras de arqueólogos e Banning (2021) discute que a maioria dos projetos elaborados no período foi deficiente sobre essas questões estatísticas. Essa situação se alterou apenas com a mudança da abordagem dos estudos arqueológicos nos anos de 1980, com trabalhos de Dunnell (1984) e Leonard (1987) que utilizaram do método para calcular erros de produção das classes analíticas.

Os levantamentos bibliográficos realizados por Banning (2021) mostram que a discussão e menções sobre a amostragem atingiram picos relevantes durante a década de 1980 e nos primeiros anos da década de 1990. Após isso, há uma moderada queda nos usos de amostragens em estudos de arqueologia, tendendo a uma breve recuperação nos últimos anos próximos ao período da publicação daquele artigo (anos 2020). O autor relata que os trabalhos realizados anteriores a 1985 tendiam a utilizar a amostragem com maior frequência e depois dos anos de 1990 há o uso de algum tipo de amostragem, geralmente sem ser apresentada de maneira detalhada (Banning, 2021; Meltzer; Leonard; Stratton, 1992).

Shanks e Tilley (1987), durante os anos 1980, lideraram críticas às abordagens e suposições matemáticas durante uma tentativa de mudança de paradigma na teoria arqueológica, argumentando que as categorias de análise deveriam ser projetadas para permitir cálculos e inferências. Autores como McAnany e Rowe (2015) deixam claro sua rejeição à amostragem em estudos pós-processuais, alegando que ela resulta em uma desvalorização das humanidades e na fetichização dos fatos científicos por parte de alguns pesquisadores. Sørensen (2017) faz um apanhado dos estudos realizados naquele período e entende que o que é criticado não é o uso da amostragem em si, mas seu uso inadequado, no qual a amostra é valorizada mais do que os próprios dados sob análise.

Para contornar os problemas com a amostragem, Kowaleski (1990) sugere as vantagens de estudo com cobertura total das áreas de pesquisa, alegando que esse tipo de captura de amostras apresentaria maior variabilidade dos conjuntos de dados, facilitando a análise com uma ampla estrutura espacial e melhor representação das observações. Apesar disso, Plog (1990) entende que as amostras estratificadas de uma determinada área poderiam captar de maneira mais satisfatória a variabilidade dos dados necessários para a produção de inferências; o que leva a uma discussão mais aprofundada sobre como a amostragem é mal-entendida entre os pesquisadores da área da arqueologia.

Banning (2021) discute certos equívocos que desencorajam o uso e o interesse pela amostragem, principalmente sobre o tamanho desigual de amostras e como compará-las. Geralmente, os arqueólogos temem que as amostras fixas acabem por não incluir itens que possam ser considerados raros ou que

representem com precisão a diversidade do sítio em análise. Nesse sentido, o autor acredita que os arqueólogos têm uma visão errada do que seja a amostragem de um sítio arqueológico, sendo que ela não descarta a possibilidade de adequação dos dados e a possibilidade de realizar inferências sobre as populações.

Para contornar essas questões, Banning (2021) sugere que haja maiores incentivos aos estudos de estatística na formação dos arqueólogos. Além disso, o autor estimula o uso de métodos simples para garantir que o tamanho das amostras seja adequado para as pesquisas e, em último caso, consultar um especialista da área de estatística para auxiliar nos estudos arqueológicos. Desse modo, a especialização dos pesquisadores nessa área possibilita que estudos sejam realizados em grandes sítios ou em grande número de sítios, permitindo, assim, as generalizações sobre uma determinada região e a construção de inferências adequadas (Renfrew; Bahn, 2008).

É nesse contexto que este artigo vem para auxiliar os colegas arqueólogos a pensarem sobre as possibilidades amostrais durante o trabalho com coleções arqueológicas. Assim, apresentaremos um método de construção de amostragem para incentivar as boas práticas na Arqueologia Brasileira.

O TESTE DE ACÚMULO DE ESPÉCIES OU CURVA DE COLETOR

Segundo Ebling (2016), o teste de acúmulo de espécies foi criado no âmbito das Ciências Biológicas com o objetivo de identificar a suficiência amostral em estudos fitossociológicos. Para o autor, em análises em ambientes de florestas naturais, a determinação da quantidade de amostras necessárias é frequentemente realizada por meio de uma abordagem que parte do pressuposto de que existe uma relação entre a diversidade de espécies e o número de unidades amostrais em uma comunidade vegetal uniforme no tempo e no espaço.

Neste artigo, entendemos o teste “curva de acumulação de espécies” de forma equivalente à expressão “curva do coletor”, conforme descrito por Colwell e Coddington (1994) e Schilling e Batista (2008). Na definição desses autores, a representação deve ser feita utilizando diferentes unidades amostrais, a partir de parcelas do espaço sob análise.

Nesse caso de estudos fitossociológicos, o método tem por intuito informar se uma comunidade vegetal, em uma determinada área de estudo, é representativa perante o todo analisado. Isso quer dizer que a ideia geral da aplicação do teste é informar se a representatividade amostral está relacionada à indicação e à composição de densidade da flora da área analisada, observando suas redundâncias. No caso dos estudos arqueológicos, também estamos em busca das redundâncias dentro das observações das amostras analisadas.

Lyman e Ames (2007) observam que a curva de acúmulo pode ser construída de duas formas: como acúmulo de indivíduos ou amostras, ou como curva de rarefação. Os primeiros envolvem a adição de indivíduos ou amostras coletadas ou observadas sucessivamente. As últimas envolvem amostragem probabilística de um grande conjunto de indivíduos ou amostras aleatórias, geralmente sem reposição de dados. A rarefação é utilizada para produzir uma curva amenizada para estimar o número de espécies que poderiam ser observadas a partir de menos análises (Colwell; Mao; Chang, 2004).

Ainda em Lyman e Ames (2007), os autores oferecem exemplos de elaboração de curvas de acúmulo de espécie e mostram que além da curva feita a partir das frequências analíticas, existe o método de construção de curva através da rarefação. Esse termo é definido por eles como o procedimento que reduz o tamanho das amostras de forma probabilística, a fim de comparar com amostras de diferentes tamanhos, tornando-as semelhantes. Lepofsky e Lertzman (2005) entendem o método da rarefação como sendo melhor no caso de estudos arqueológicos por possibilitar a comparação entre amostras.

Somado a isso, Lyman e Ames (2007) descrevem uma terceira forma de elaborar gráficos bivariados das amostras envolvidas na pesquisa e verificar se estatisticamente o tamanho da

amostra é relevante. Os autores sugerem o uso de uma linha de regressão (método de regressão), embora relatem que essa elaboração seja menos dinâmica. Para Lepofsky e Lertzman (2005), essa prática foi fortemente criticada e seria um método menos válido de comparação entre assembleias arqueológicas e, diante disso, esse método não será explorado neste artigo.

Aqui, assumimos que a variável sob análise é a riqueza taxonômica ou o número de taxa de uma coleção arqueológica. Nesse momento, vale destacar que neste artigo nosso número de taxa é representado pelos atributos observados nas coleções arqueológicas. Estamos utilizando atributos por estarmos em consonância com o referencial teórico apresentado por Dunnell (2006), quando analisamos atributos que podem ser úteis na construção de classes analíticas. Estando em oposição ao uso costumeiro de tipos para análise de cerâmica, os quais compõem agrupamentos de características observadas na cerâmica arqueológica sem que estas sejam descritas.

A partir da conceituação teórica, existe uma diferenciação basal entre classificar e agrupar dados. Segundo Dunnell (2006), agrupar consiste em criação de unidades analíticas a partir de um propósito; enquanto classificar representa criar unidades com significado e definições intensivas, sendo que todas as classes são definidas a partir de um mesmo conjunto de dimensões de características. Desse modo, classificar objetos é um ato que presume a própria análise dos atributos que descrevem tal objeto, e o agrupamento consiste em reunir objetos em tipos semelhantes sem que obedeça a uma ordenação descritiva e analítica. Nossas análises seguem a definição extensiva dos atributos identificados na cerâmica arqueológica associada à Tradição Tupiguarani e por esse motivo demonstramos a aplicação dos testes de acúmulo de espécie nos atributos e não em tipos arqueológicos. A criação de classes analíticas tem a função de indicar a caracterização dos sítios e não atributos isolados. Nesse sentido, a aplicação do método acontece a partir dos atributos e, por fim, da percepção da significância estatística da amostra das coleções

A suficiência amostral é definida, tradicionalmente, por um procedimento observado a partir da Curva de Acúmulo de Espécie elaborada. Schilling e Batista (2008) chamam de “inspeção visual” da curva, em que se percebe o “ponto onde se inicia o patamar” amostral. Esse patamar é o fundamento gráfico e visual que indicaria o ponto cuja inclusão de unidades amostrais não resultaria na diferenciação da amostra, assim ficaria pressuposto que se atingiu o limite de verificações possíveis da área sob estudo ou, no nosso caso, do acervo analisado (Ebling, 2016; Schilling; Batista, 2008).

Nos casos de análises vinculadas às Ciências Biológicas, Schilling e Batista (2008) sugerem que se considerarmos que não há um ponto de estabilização na curva do coletor, torna-se desafiador estabelecer de forma objetiva e não arbitrária um ponto na curva que indique quando o tamanho da amostra é suficiente ou adequado para representar a comunidade. Esses autores especificam que a forma assintótica da curva nem sempre é observada, mas é clara a identificação de uma curva suavizada. A curva assintótica tende a um valor limite com uma taxa de crescimento decrescente, mas sem apresentar um ponto específico no qual ocorra a estabilização que considera a quantidade de espécies inseridas no sistema sob análise.

O emprego da Curva de Acúmulo de Espécie apresenta limitações, sendo uma delas ligada à arbitrariedade na ordem de entrada das unidades amostrais na construção da curva, conforme destacado por Colwell e Coddington (1994) e Martins e Santos (1999). Cain (1938) alerta para as dificuldades em relação à inspeção visual do gráfico, devido à natureza frequentemente subjetiva. O autor entende que esse método pode ser afetado pela escala utilizada nos eixos horizontal e vertical do gráfico e sugere que sejam utilizados critérios matemáticos para observar as proporções crescentes entre o número de espécies e a relação da área amostrada decorrente.

Já Schilling e Batista (2008) sugerem que para contornar as questões da subjetividade na inspeção da curva a única maneira apropriada é elaborar um grande número de outras curvas

a partir de várias ordenações distintas e então calcular uma curva média e, para isso, Pillar (2004) sugere o uso de *bootstrap* como um procedimento para a aleatorização em que são feitas sucessivas reamostragens com recomposição própria da amostra obtida. A estratégia de uso de *bootstrap* evita efeitos de vieses amostrais, qualificando as interpretações feitas a partir dela. Essa estratégia também foi adotada por nós.

Para o contorno das questões da subjetividade da inspeção visual do início do patamar no gráfico, Cain (1938) introduziu uma abordagem para determinar o tamanho ideal da amostra, identificando o ponto no qual a curva alcança uma taxa de crescimento específica, o que seria facilmente observável em qualquer curva do coletor, independentemente da escala dos eixos. O autor sugere que a amostragem seria considerada adequada quando um aumento de 10% na área amostrada geral resultasse em um aumento de 10% no número de espécies. Por outro lado, estudos de Galvão (1994) são menos precisos para áreas de floresta, propondo que a determinação da suficiência amostral pode ser estabelecida quando um aumento de 10% na área amostral resultar em um acréscimo de espécies igual ou inferior a 5% do total de espécies observadas. Dessa forma, o conceito de suficiência amostral estaria intimamente relacionado ao tamanho do espaço de coleta de dados (Schilling; Batista, 2008).

No contexto da análise de acervos arqueológicos, apesar de muitos deles poderem conter centenas ou até milhares de objetos, geralmente contamos com poucas variações nos tipos de atributos analisados. Assim, a suficiência amostral está relacionada à verificação de redundâncias que possam ocorrer ao longo da análise do acervo e quando é observado o patamar de redundâncias, fica óbvia a suficiência amostral.

Um aspecto fundamental que Schilling e Batista (2008) atentam remete à quantidade de verificações feitas em uma amostra representada, o que pode ser interpretado como a “precisão” da informação gerada pela amostra. Os autores entendem que o tamanho ótimo de uma amostra é encontrado quando se compara a “precisão” esperada com o “custo” de se obter essa informação. Dessa forma, o tamanho ideal da amostra é aquele que maximiza a precisão, enquanto mantém o custo constante ou, de maneira equivalente, minimiza o custo, mantendo a precisão constante (Shiver; Borders, 1996). Na curva do coletor, à medida que mais unidades são observadas, a representação do que é observado tende a melhorar, ou seja, a precisão das informações aumenta. Shiver e Border (1996) concluem que sem um controle adequado do custo (seja em dias de trabalho de campo, número de árvores amostradas, ou como nesse caso, dia de trabalhos de análise do acervo escolhido), o tamanho da amostra tenderá ao infinito.

Para tanto, é necessária a utilização de um estimador de primeira ordem para controlar as observações, o qual ofereça uma premissa das generalizações das estimativas e dos números de classes durante a coleta da amostragem. Segundo Dias (2008), os estimadores de riqueza indicam tais estimativas e podem apresentar o número de espécies acumuladas, o número real de espécies baseada em espécies compartilhadas entre grupos de amostras (a partir dos estimadores como Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2 e do *bootstrap*) e a riqueza de espécies dentro de um espaço. O estimador de Riqueza selecionado para esta análise foi o Jackknife 1, que deve indicar números próximos ou iguais às quantidades de variáveis de atributos da tabela referente aos dados originais sob análise. As observações dos dados originais podem ser apresentadas com valores superiores, enquanto os números do *bootstrap* costumam ser mais próximas em relação às quantidades de variáveis inseridas no *software*.

Nesse caso, sugerimos o estimador JackKnife 1, conforme a equação abaixo:

$$S_{\text{Jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right),$$

Em que o Q_1 indica o número de classes encontradas em uma amostra (“uniques”) e ‘ m ’ é o número de amostras analisadas (Burnham; Overton, 1978, 1979; Ernesto, 2013; Heltshe; Forrester, 1983).

Fundamentalmente, esse teste é indicado para análises que envolvem muitos espécimes (ou fragmentos dentro de coleções, no caso de material arqueológico) que não poderão ser analisados na íntegra. O foco principal da aplicação do teste em conjuntos arqueológicos é identificar possíveis redundâncias nas observações dos atributos ao longo das análises dos acervos. A detecção de redundâncias nas análises de acervos serve como indicador da relevância da amostragem ou da necessidade de expandi-la, permitindo assim, balizar a necessidade de aumentar a amostra no futuro. Espera-se que a representação gráfica das coletas de dados evidencie a estabilidade das observações ao longo do tempo. Na arqueologia, essa abordagem pode destacar redundâncias nos atributos dos acervos, auxiliando na análise de coleções e avaliando a adequação do seu tamanho amostral.

MÉTODO: ELABORANDO A CURVA DO COLETOR

Neste item, apresentamos uma sugestão de protocolo de como elaborar a Curva de Acúmulo de Espécies, utilizando softwares usualmente instalados em computadores pessoais (no caso o Excel do pacote Office ou Excel do pacote Libreoffice Calc) e um software de uso livre conhecido como PAST¹. Exaltamos que não utilizamos o *R* ou Python por serem softwares que exigem conhecimento mínimo em programação, o que não faz parte da formação geral dos arqueólogos no Brasil e, por esse motivo, apresentamos essa alternativa.

Todas as etapas sugeridas devem ser realizadas após a análise das coleções ou durante o processo de análise em que tabelas de quantificação por frequência das observações deverão existir anteriormente à aplicação do método. Usualmente, esses métodos de análise e quantificação de frequência são etapas básicas em trabalhos de Arqueologia no Brasil.

Algumas etapas devem ser observadas para a execução deste protocolo, como:

Os dados devem ser inseridos na planilha Excel em que as variáveis estão nas linhas e as datas de análise do acervo nas colunas. Essa distribuição permitirá a elaboração de um gráfico em que o eixo X seja das datas analisadas e no eixo Y, as observações.

Os dados vazios devem ser substituídos por zero. Porque, o Excel não permite a reorganização de dados (próxima etapa) em células vazias. Caso a planilha elaborada seja muito grande, um caminho simples para realizar essa tarefa é Localizar e Substituir Campos vazios por 0 (zero);

Os dados deverão ser reorganizados seguindo a quantidade de atributos observados da maior para a menor quantidade de observações. No Excel, essa tarefa pode ser feita a partir da seleção da planilha sob análise e classificada de forma personalizada: classificar por datas e valores das células. Esse procedimento irá reorganizar os valores para que seja possível identificar quais

¹ O download do *software* pode ser realizado no site oficial: <https://past.en.lo4d.com/windows>. Acesso em 12 set.2023.

dias de análise houve o maior acúmulo de observações – a tarefa de organizar os dados auxiliará na constituição do gráfico de acúmulo de observações;

A reorganização dos dados deve se repetir para todas as datas de análise, seguindo a ordem cronológica do período, a fim de possibilitar a identificação das quantidades de observações por dia;

O resultado parcial dessa etapa é uma tabela automática na qual as datas seguem a cronologia da análise (em colunas), mas os dados são reorganizados da maior quantidade para a menor quantidade de frequências (conforme exemplos na Tabela 1, Tabela 4, Tabela 7 e Tabela 10). Esse tipo de tabela auxilia na identificação dos dados acumulados ao longo dos dias de pesquisa.

A tabela automática construída na qual consta a verificação dos dados reorganizados por dia devem ser transferidas para o software PAST para que uma análise de riqueza seja feita na amostra sob consulta (Procedimento: *Diversity > Quadrat Richness* no PAST). Nesse momento, uma janela automática se apresentará com informações sobre os dados originais inseridos (*Original data set*) e dos dados com a replicação do *bootstrap*. Nesse caso, o *bootstrap* é a quantidade de vezes que a amostra pode ser reamostrada a partir do dado original e, aqui, o procedimento é automático e não pode ser alterado. Esse procedimento analisa se os dados têm boa representação amostral e se permite a continuação das análises.

A próxima etapa para verificar o desempenho da amostra é identificar a sua rarefação, que indica o quanto o tamanho da amostra pode ser influenciado diretamente pelas quantidades de atributos observadas ao longo do tempo de análise. A rarefação, como o termo já diz, faz com que a amostragem seja rarefeita e atenua a Curva do Coletor a partir da riqueza (ou quantidade) do número de indivíduos que possa ser observado durante a amostragem. Lyman e Ames (2007) entendem que esse procedimento possibilita a comparação entre diversas curvas, tornando-as semelhantes.

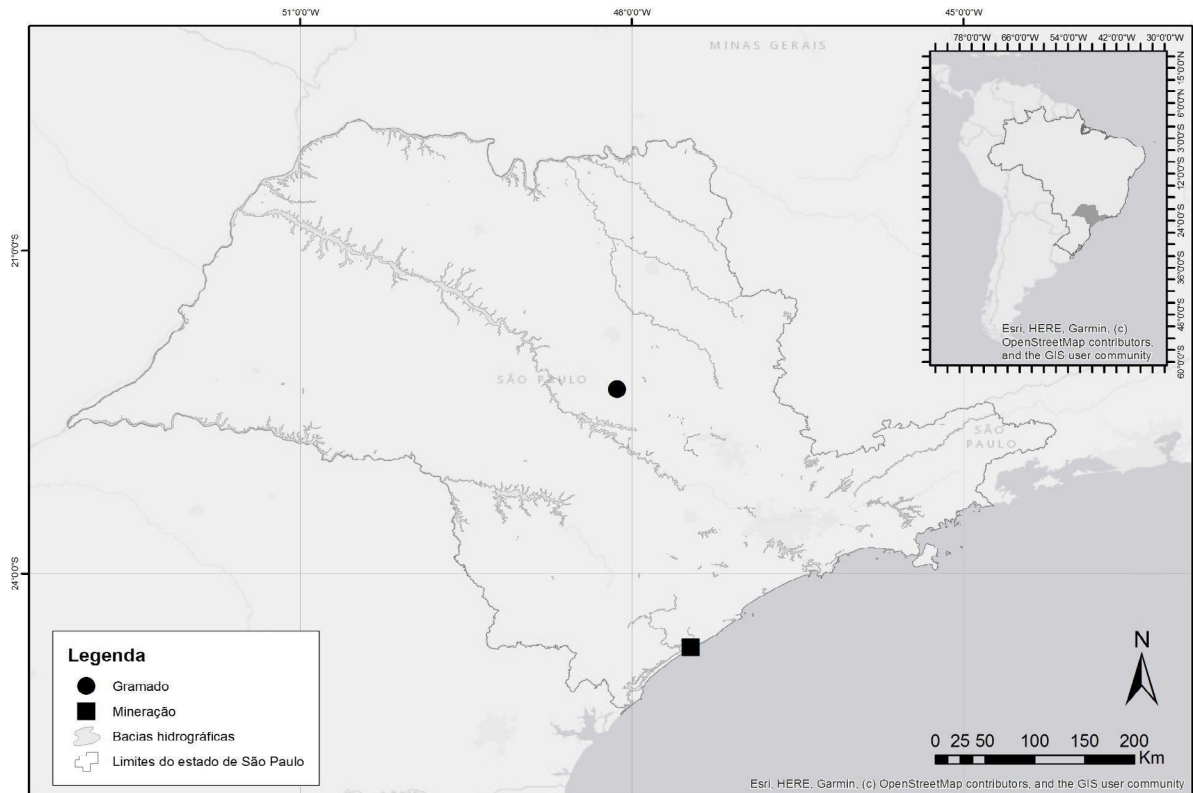
No software PAST (*Diversity > Sample rarefaction*), uma janela automática surge com um gráfico pronto numa aba (*Plot*), mostrando uma curva em vermelho que é a média, e outras duas (azuis) que indicam a variação máxima e a mínima para os dias de amostragem (que aparece no eixo X do gráfico). Em outra aba (*Numbers*) dessa janela, estão dispostas as taxas estimativas da rarefação dos dados ao longo do período da análise.

O Teste da Curva de Acúmulo de Espécie estará completo quando os resultados da rarefação estiverem unidos ao gráfico de acúmulo de verificações, que pode ser feito a partir de um gráfico de dispersão. Nesse caso, temos uma figura final que demonstrará uma curva de frequência das observações dos atributos sob análise, uma curva com a taxa de acúmulo das observações ao longo dos dias de análise (Tabela 2, Tabela 5, Tabela 8 e Tabela 11) e uma curva com a taxa de rarefação (Tabela 3, Tabela 6, Tabela 9 e Tabela 12)

APLICAÇÃO DO MÉTODO – RESULTADOS ALCANÇADOS

Para esse teste, serão apresentadas análises com os tipos de antiplástico e tratamentos e acabamentos de superfície externa, seguindo as sugestões de Ford (1954a, 1954b, 1954c), Lipo (2001), Lipo e Madsen (2001), Cochrane (2004) e Mageste (2012, 2017), por serem atributos comumente observados em vasilhas cerâmicas e que podem auxiliar na caracterização de um sítio arqueológico. A localização dos sítios pode ser observada na Figura 1, mapa do estado de São Paulo.

Figura 1. Mapa com a localização dos sítios Gramado (município de Brotas) e Mineração (município de Iguape), no estado de São Paulo.



SÍTIO MINERAÇÃO (Nº12)

O sítio Mineração está localizado no município de Iguape, nas coordenadas UTM 23J 250404 7267870. Tem sido estudado desde o período da sua escavação na década de 1980, com publicações desde a década de 1990 (Corrêa, 2014; Moraes, 2007; Scatamacchia; Uchôa, 1993; ZANETTINI ARQUEOLOGIA, 2007). Todo seu acervo está localizado no Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE/USP).

Scatamacchia e Uchôa (1993) definem a coleção do sítio Mineração como:

várias peças cerâmicas completas e outras que puderam ser reconstituídas a partir da análise do grande número de fragmentos existentes na área, colocou este material dentro do padrão já reconhecido para o grupo e pode ser considerado *a grosso modo* semelhante àquele encontrado no sítio do Itaguá. Dentro da categoria cerâmica está presente também o contorno de boca elíptico, além de peças de base plana e com motivos florais que atestam a inclusão de um tipo de desenho alheio à produção original indígena. Podemos resgatar também fragmentos de louça *européia*, que talvez tenham servido de inspiração para esta inovação estilística (p. 165).

Em relação às peças líticas, as autoras relatam que “é constituído por peças rústicas sem características especiais, com exceção de um tembetá de disco [...]” (Scatamacchia; Uchôa, 1993, p. 165). Também relatam a existência de “uma lâmina metálica encontrada dentro de uma urna funerária e que teve seu gume retocado com uma técnica própria de material lítico” (p. 165-166).

Desse modo, as autoras sugerem a possibilidade de o sítio Mineração apresentar datas da época do contato a partir das evidências arqueológicas descritas. As datações para o sítio foram realizadas pelo Cena (USP) por meio do método de C14, resultando em datas de 520 ± 60 ; 550 ± 60 ; 560 ± 60 0; 450 ± 60 AP.

Foram analisados 1287 fragmentos até que se atingisse a esperada redundância de informações. Não existe uma contabilização total das peças desse sítio, pois boa parte do acervo não teve sua curadoria finalizada. Mais detalhes sobre as análises descritivas do Sítio Mineração podem ser consultados em Perez (2022a, 2022b, 2023).

CURVA DO ACÚMULO DE ESPÉCIES OU CURVA DO COLETOR PARA O SÍTIO MINERAÇÃO

Apresentaremos os testes de acúmulo para os tipos de antiplástico e os tipos de tratamento e acabamento de superfície externos observados nos materiais cerâmicos do sítio Mineração.

Tipo de Antiplástico

A frequência dos dados referentes ao antiplástico (ou tempero) é apresentada na Tabela 1, estando estes reorganizados de acordo com o método apresentado na seção anterior (a partir da maior quantidade para a menor ao longo do período de análise).

Tabela 1: Frequência de tipos de antiplástico por acúmulo da amostra do Sítio Mineração. As células em cinza representam a contagem de variações.

Tipo de antiplástico	10/ mai	11/ mai	16/ mai	24/ mai	25/ mai	30/ mai	31/ mai	01/ jun	02/ jun	07/ jun	08/ jun	13/ jun	15/ jun	05/ jul	06/ jul	12/ jul	13/ jul	14/ jul	10/ ago	11/ ago	15/ ago
caco	4	95	16	57	36	53	34	25	15	6	15	13	12	9	8	5	10	14	16	18	11
quartzo	4	7	11	76	72	84	64	60	56	32	59	61	54	27	26	30	41	48	71	63	71
carvão	1	2	1	8	3	7	8	2	1	0	4	0	3	1	3	1	8	0	3	5	3
mica, quartzo	0	0	0	3	1	3	4	7	3	3	10	10	3	5	1	3	0	1	0	0	0
óxido de ferro, quartzo	0	0	0	2	2	1	18	4	2	0	6	11	1	5	1	1	4	10	1	5	2
óxido de ferro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
concha	0	0	0	0	4	1	1	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
mica, óxido de ferro, quartzo	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
óxido de ferro, mica, quartzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Os dados da Tabela 1 foram reorganizados na Tabela 2, na qual estão dispostos as contagens de variações (células em cinza da tabela anterior) e os acúmulos das variações ao longo do tempo. Como mostra a Tabela anterior, no primeiro dia, foram observadas três variações de antiplástico; nos dois dias seguintes, zero observações novas; no quarto dia, mais três novas verificações; no quinto dia, uma verificação nova; no sexto dia, zero observações; e no sétimo dia, uma nova observação; até o final da análise não foram notadas outras novidades de variações. Esses dados foram organizados na coluna “Contagem de variações” na Tabela 2, que ainda conta com os acúmulos dessas observações e a Taxa de rarefação obtida no PAST, variando ao longo dos dias até atingir a quantidade máxima de observações dos tipos de antiplástico, como verificado na Tabela 1.

Tabela 2. Contagem das taxas de acúmulo e rarefação dos dados de tipos de antiplástico observados na amostra do Sítio Mineração.

Período de análise	Contagem de variações	Acúmulo	Taxa de rarefação
10/mai	3	3	5
11/mai	0	3	6,0571
16/mai	0	3	6,5992
24/mai	3	6	6,9719
25/mai	1	7	7,2632
30/mai	0	7	7,5022
31/mai	1	8	7,7032
01/jun	0	8	7,8753
02/jun	0	8	8,0248
07/jun	0	8	8,1563
08/jun	0	8	8,2734
13/jun	1	9	8,3786
15/jun	0	9	8,4739
05/jul	0	9	8,5608
06/jul	0	9	8,6404
12/jul	0	9	8,7135
13/jul	0	9	8,7808
14/jul	0	9	8,8429
10/ago	0	9	8,9
11/ago	0	9	8,9524
15/ago	0	9	9

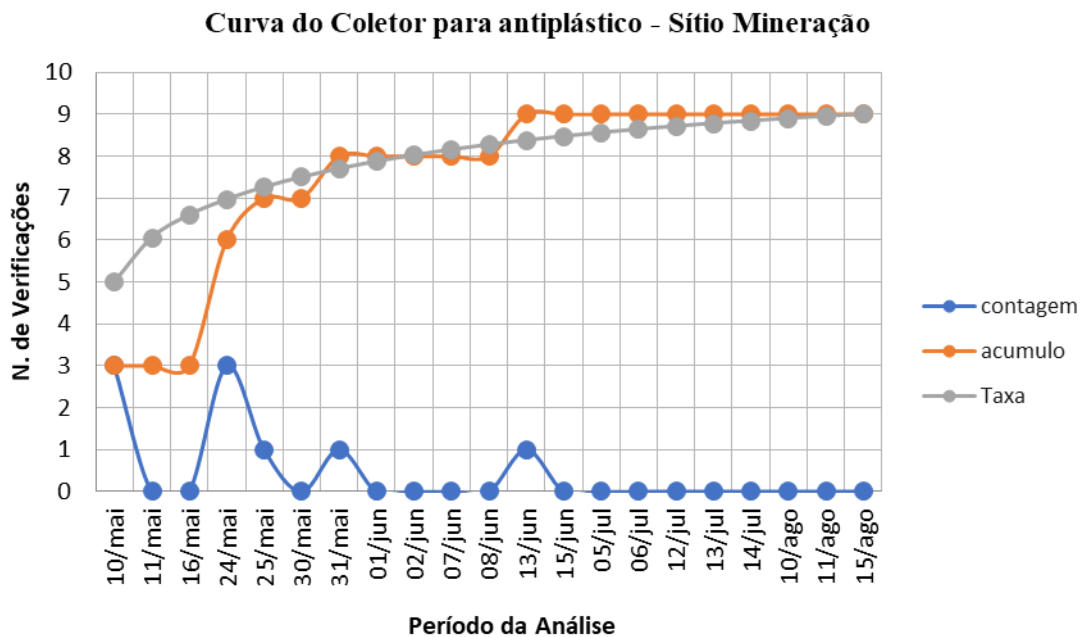
A Tabela 3 apresenta o Teste de Riqueza, que confirma se a quantidade observada na amostra é semelhante à quantidade reamostrada com o uso de *bootstraps*. Nota-se que há nove verificações nos dados originais, com o uso do *bootstrap*, e 9,15 verificações, com o uso do estimador JackKnife 1. Esse resultado sugere que a quantidade de tipos de antiplásticos observados na amostra provavelmente não deverá ser superior a 9.

Tabela 3. Teste de Riqueza (Quadrat Richness) dos tipos de antiplástico observados na amostra do Sítio Mineração.

Dados originais:		
Observados:	9	
Jackknife 1:	9,95	
Bootstrap:	9,49	
Replicagem de Bootstrap:		Desvios:
Jackknife 1:	9,15	
Bootstrap:	9,16	

Na Figura 2, os dados da Tabela 2 são apresentados em formato de gráfico de linhas com a dispersão dos dados. Nela, é possível ver a contagem dos dados, o acúmulo e a rarefação destes e como deveriam se comportar se tivessem uma amostragem contínua. Na curva relacionada à taxa de rarefação (cinza), observa-se o patamar de atributos verificados em relação aos dias, o que indica que essa amostragem atingiu a estabilidade em relação ao número de observações dentro da coleção. Isto quer dizer que ainda que mais fragmentos cerâmicos sejam analisados, o número de tipos de antiplástico provavelmente não irá aumentar, ou seja, em relação ao tipo de antiplástico analisado, esse sítio atingiu sua redundância e com ela uma verificação amostral suficiente para a caracterização da coleção para esse tipo de atributo analisado.

Figura 2. Gráfico que apresenta estabilidade das observações nos tipos de antiplástico para a amostra do Sítio Mineração.



A seguir, aplicamos o mesmo método para a verificação do tipo de tratamento e acabamento de superfície externa dos fragmentos cerâmicos.

Tratamento e acabamento de superfície externa

Na Tabela 4, é apresentada a frequência de tipos de tratamento e o acabamento de superfície externa para o Sítio Mineração, sendo que os dados estão reorganizados das quantidades maiores para as menores. Em cinza, estão destacados os acúmulos de variações observadas por dia.

Tabela 4. Frequência dos tipos de tratamentos e acabamentos de superfície externa, organizados por acúmulo da amostra do Sítio Mineração.

As células em cinza representam a contagem de variações.

tratamento e acabamento de superfície externa	10/5	11/5	16/5	24/5	25/5	30/5	31/5	01/j6	02/6	07/6	08/6	13/6	15/6	05/7	06/7	12/7	13/7	14/7	10/8	11/8	15/8
alisado	4	92	18	34	57	86	94	71	60	36	9	4	14	27	27	32	44	59	71	67	72
corrugado	0	4	0	53	21	0	0	0	0	0	0	1	6	5	0	0	0	0	0	0	0
indeterminado	0	0	0	0	3	2	1	1	1	0	0	1	2	0	1	3	2	1	0	0	1
ungulado	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	39	63	15	7	0	0	2	0	0	0	0
polido	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
carimbado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0
escovado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
alisado/ungulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
impresso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
carimbado/ungulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
serrungulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
inciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0
alisado/corrugado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
carimbado/inciso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
roletado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Na Tabela 5, apresentam-se os dados destacados por contagem de variações por dia (as células destacadas em cinza na Tabela 4 representam as quantidades de novas verificações), os acúmulos dessas variações e as taxas de rarefação dos dados, que na Figura 2 estão dispostos para que se observe sua dispersão. Há 15 tipos de acabamentos de superfície externo observados durante a análise os quais são representados na rarefação ao longo dos dias.

Tabela 5. Contagem das taxas da contagem, acúmulo e rarefação dos dados associados aos tratamentos e acabamento de superfície externo observados na amostra do Sítio Mineração (Nº12).

Período de análise	Contagem de variações	Acúmulo	Taxa de rarefação
10/mai	1	1	3,2381
11/mai	1	2	4,9381
16/mai	0	2	6,2992
24/mai	0	2	7,4331
25/mai	1	3	8,4029
30/mai	0	3	9,2463
31/mai	1	4	9,9873
01/jun	1	5	10,642
02/jun	0	5	11,225
07/jun	0	5	11,744
08/jun	5	10	12,208
13/jun	0	10	12,624
15/jun	4	14	12,998
05/jul	0	14	13,335
06/jul	0	14	13,639
12/jul	0	14	13,915
13/jul	0	14	14,166
14/jul	0	14	14,396
10/ago	1	15	14,61
11/ago	0	15	14,81
15/ago	0	15	15

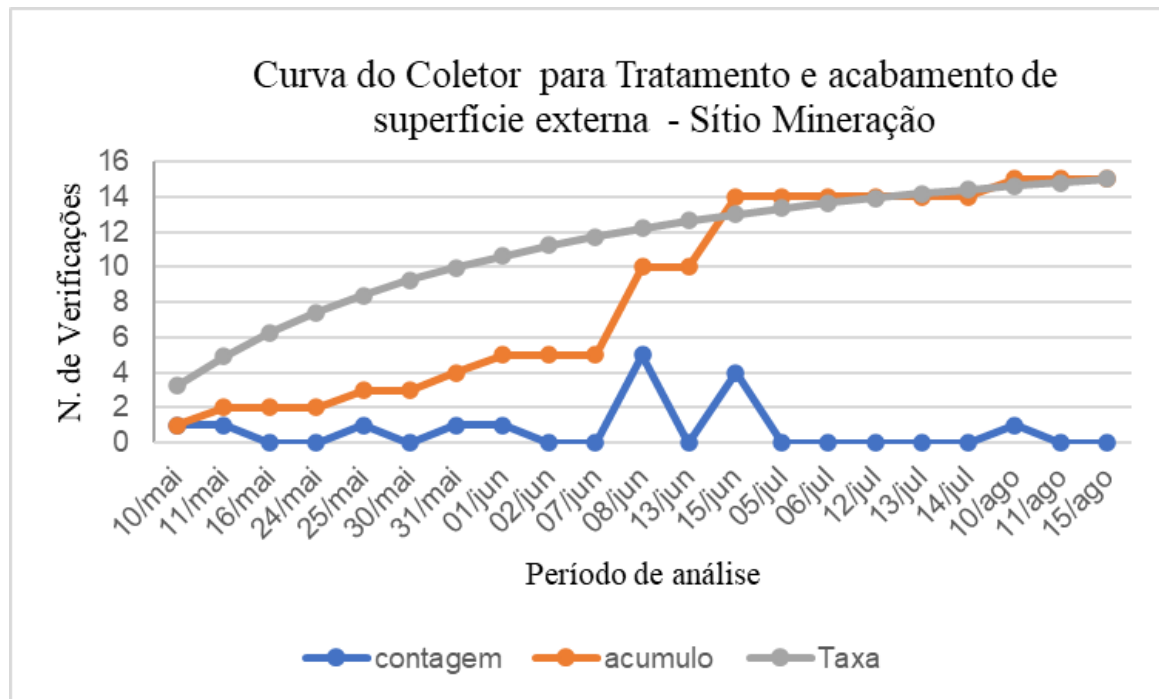
Na Tabela 6, são apresentados os estimadores de Riqueza relativos aos dados do Sítio Mineração. Com a amostragem JackKnife 1 são observadas 18 verificações na coluna de dados originais, no entanto, quando os dados são reamostrados com o uso do *bootstrap*, o teste indica 15 verificações.

Tabela 6. Teste de Riqueza (Quadrat Richness) associado aos tipos de tratamento e acabamento de superfície externa observados na amostra do Sítio Mineração.

Dados originais	
Observados:	15
Jackknife 1:	18,80
Bootstrap:	16,87
Replicagem de Bootstrap:	
Jackknife 1:	15,71
Bootstrap:	15,50

Na Figura 3, temos o gráfico de linhas com a dispersão dos dados, no qual são apresentados o número de verificações (azul), os acúmulos de dados (laranja) e a taxa de rarefação (cinza), na qual se observa a estabilidade dos dados analisados, considerando o tratamento e o acabamento de superfície externa dos fragmentos analisados.

Figura 3. Estabilidade das observações de tipos de tratamento e acabamento de superfície externa para a amostra do Sítio Mineração.



SÍTIO GRAMADO (GR)

O Sítio Gramado (GR) foi descrito por Moraes (2007) e Corrêa (2014) e está localizado no município de Brotas/SP, nas coordenadas UTM 22K 795632 7532499. Tem datação em Termoluminescência (TL) 190±20 AP (Corrêa, 2014) e está associado à Tradição Tupiguarani. O acervo desse sítio está armazenado em sua completude no Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE/USP) em São Paulo.

Foram analisados 700 fragmentos cerâmicos de um total de aproximadamente 3500 fragmentos. Novamente essa quantidade de fragmentos analisada pôde fornecer dados sobre a representatividade

amostral do sítio sem que fosse necessária a análise completa dele. Para maiores informações sobre as análises descritivas do sítio Gramado, consultar Perez (2022a, 2022b, 2023).

CURVA DO ACÚMULO DE ESPÉCIES OU CURVA DO COLETOR PARA O SÍTIO GRAMADO

Nesta seção, apresentaremos os testes de curva do coletor, a fim de demonstrar que a análise de 700 fragmentos desse acervo foi suficiente para a identificação de redundâncias dos atributos selecionados, não sendo, portanto, necessária a realização de análises de mais fragmentos.

Tipo de Antiplástico

Da maneira como já foi apresentado, o Teste do Coletor começa com a contagem das frequências das quantidades de antiplástico identificadas no acervo analisado e reorganizados dados do maior para o menor em relação aos dias em que foram observados, conforme a Tabela 7. Nessa tabela, destacamos as variações dos atributos analisados por dia (células em cinza representando as novas observações de dados ao longo dos dias de análise).

Tabela 7. Contagem de frequência das quantidades de antiplástico identificados e organizados por acúmulo da amostra do Sítio Gramado (GR). As células em cinza representam a contagem de variações.

Antiplástico	29/3	30/3	31/3	05/4	06/4	07/4	11/4	26/4	02/5	03/5	04/5	09/5
quartzo	63	47	18	54	73	34	73	20	17	30	18	36
caco moído	16	27	22	25	71	44	54	14	8	19	20	51
carvão	13	15	5	14	20	13	21	8	7	10	8	7
mica, quartzo	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2
feldspato, quartzo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mica	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
óxido de ferro, quartzo	0	0	0	4	0	1	1	0	0	1	0	1
óxido de ferro	0	0	0	1	3	1	0	1	0	0	0	0

Na Tabela 8, é apresentada a organização do número de novas variações (em cinza na Tabela 7), acúmulo e taxas de rarefação da distribuição do material analisado, conforme foi demonstrado na apresentação do método. Nota-se que, de imediato, o número de verificações dos atributos tem forte acúmulo para os primeiros dias de análise do material arqueológico e que ao longo dos dias as quantidades se mantêm estáveis. A rarefação, conforme os dias passam, aumenta e atenua os dados durante o período de verificação até atingir o número 8, que corresponde à quantidade de observações desse atributo.

Tabela 8. Contagem das taxas de acúmulo e rarefação dos dados associados aos tipos de Antiplástico observados na amostra do Sítio Gramado (GR).

Período de análise	Contagem de variações	Acúmulo	Taxa de rarefação
29/mar	3	3	4,4167
30/mar	2	5	5,4242
31/mar	1	6	6,1318
05/abr	4	10	6,6263
06/abr	0	10	6,9747
07/abr	0	10	7,2273
11/abr	0	10	7,4192
26/abr	0	10	7,5737
02/mai	0	10	7,7045
03/mai	0	10	7,8182
04/mai	0	10	7,9167
09/mai	0	10	8

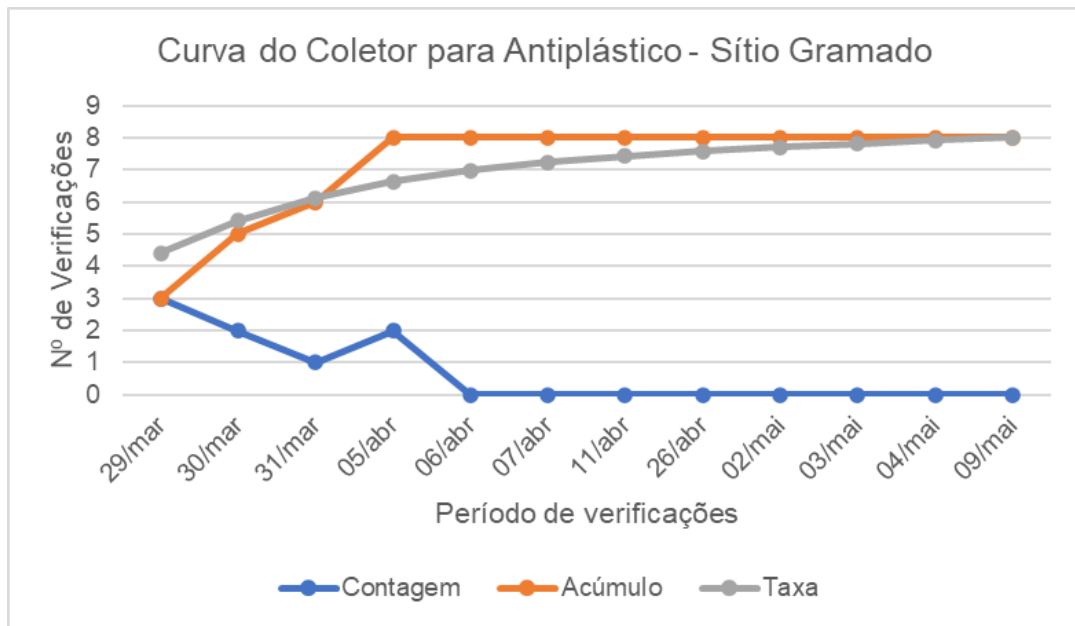
Para comprovar essa estabilidade dos dados analisados, realizamos o Teste de Riqueza, apresentado na Tabela 9. Considerando os dados originais, a verificação poderia variar até 8,9 tipos de atributos, conforme o estimador Jackknife 1 (aqui verificamos 8 variáveis para esse atributo). Após a reamostragem (*bootstrap*), esse estimador indica a presença de 8,15 variáveis possíveis do atributo analisado. Nesse caso, a quantidade de variações para o atributo analisado encontra-se próximo ao que realmente se observa na amostra analisada.

Tabela 9. Teste de Riqueza (Quadrat Richness) associado às frequências de Antiplástico observados na amostra do Sítio Gramado (GR).

Dados originais:	
Observado:	8
Jackknife 1:	8,91
Bootstrap:	8,47
Replicagens do Bootstrap:	
Jackknife 1:	8,15
Bootstrap:	8,47

Na Figura 4, pode-se observar o gráfico de linha com a dispersão dos dados e como se comportam. Fica evidente a redundância, a partir da fácil identificação de um patamar confirmando a estabilidade dos dados sob análise.

Figura 4. Gráfico que apresenta estabilidade das observações dos tipos de Antiplástico para a amostra do sítio Gramado (GR).



Tratamento e acabamento de superfície externa

Os atributos de tratamento e acabamento de superfície externo foram organizados em frequência e maiores quantidades, conforme mostrado na Tabela 10. Novamente destacam-se os acúmulos das variações representados pelas células em cinza.

Tabela 10. Contagem de frequência das quantidades tipos de tratamentos e acabamento de superfície externa e organizados por acúmulo da amostra do Sítio Gramado (GR). As células em cinza representam a contagem de variações.

Superfície externa	29/3	30/3	31/3	05/4	06/4	07/4	11/4	26/4	02/5	03/5	04/5	09/5
alisado	32	44	20	52	85	36	59	13	19	25	20	52
ungulado	1	8	1	1	4	7	12	6	3	7	5	10
corrugado	0	15	11	14	20	16	33	6	2	7	2	7
serrungulado	0	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
corrugado/ungulado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
carimbado	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
canelado/nodulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
canelado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Os dados com a contagem das variações novas (em cinza), acúmulo e taxas de rarefação podem ser observados conforme a Tabela 11. A taxa de rarefação é atenuante; isso quer dizer que os dados poderiam se comportar de maneira mais homogeneia até atingir a quantidade de oito variações que são identificadas nesta coleção.

Tabela 11. Contagem das taxas de acúmulo e rarefação dos dados associados aos tratamento e acabamento de superfície externo observados na amostra do Sítio Gramado (GR).

Período de análise	Contagem de verificações	Acúmulo	Taxa de rarefação
29/mar	2	2	3,6667
30/mar	2	4	4,3939
31/mar	0	4	4,95
05/abr	1	5	5,4343
06/abr	1	6	5,8611
07/abr	0	6	6,2424
11/abr	0	6	6,5884
26/abr	1	7	6,9071
02/mai	0	7	7,2045
03/mai	0	7	7,4848
04/mai	0	7	7,75
09/mai	2	9	8

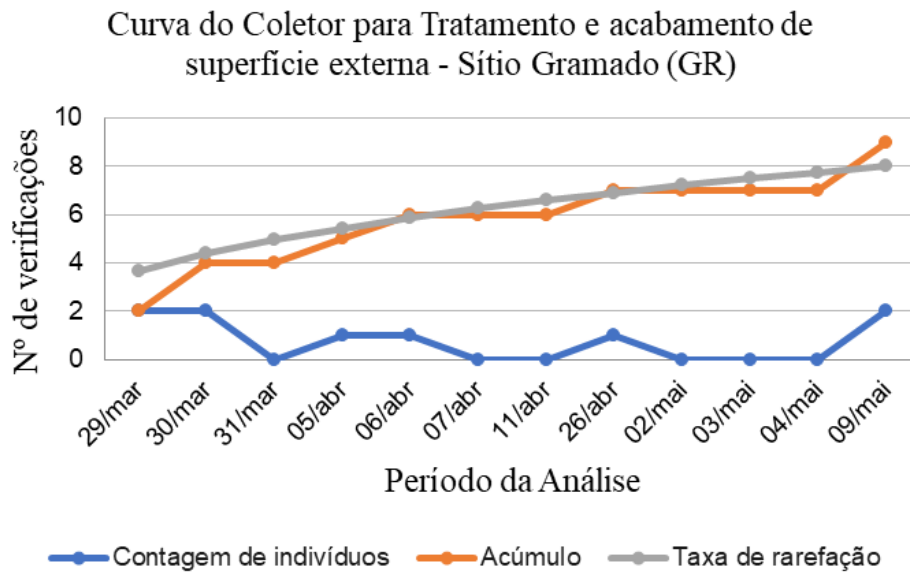
A Tabela 12 demonstra que a partir do estimador Jackknife 1, considerando os dados originais, existem 10,75 possíveis variações dentro da amostra. Porém, aplicando o *bootstrap*, a amostragem sugere a existência de 8,14 variações, o que está de acordo com a quantidade de variações observadas na amostragem do sítio Gramado.

Tabela 12. Teste de Riqueza (Quadrat Richness) associado tratamento e acabamento de superfície externo observados na amostra do Sítio Gramado (GR).

Dados originais:	
Observado:	8
Jackknife 1:	10,75
Bootstrap:	9,17
Replicagens do Bootstrap:	
Jackknife 1:	8,14
Bootstrap:	9,16

Essas verificações são demonstradas na Figura 5, na qual o número de verificações, acúmulo e taxas de rarefação são apresentadas e é possível identificar o patamar de estabilidade dos dados.

Figura 5. Gráfico que apresenta estabilidade das observações os tratamentos e acabamentos de superfície externo para a amostra do sítio Gramado (GR).



Nota-se na Tabela 11 que no último dia de análise (9/05) surgem novas verificações nos dados. Considerando a Figura 5, essas verificações provocam alteração nas linhas do gráfico final de contagem e acúmulo. Já a curva de rarefação se mantém em uma suave inclinação, sendo pouco afetada pela alteração nos dados. Nesse sentido, a rarefação cumpre seu papel em atenuar a distribuição dos dados em relação aos dados representados na amostra.

Diante dos exemplos apresentados, fica evidente o funcionamento da Curva de Acúmulo de Espécies para a verificação da suficiência amostral dos atributos isolados para cada sítio e, desse modo, hipotetizar a respeito da suficiência amostral e significância estatística que cada conjunto de atributos (tecnológicos e decorativos) pode oferecer para a caracterização desses sítios arqueológicos.

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao discutir a aplicação do método apresentado neste artigo, fica evidente que este é uma ferramenta poderosa para informar aos pesquisadores sobre a necessidade de aumentar ou não a amostragem de análise da coleção de um sítio arqueológico, uma vez que existe a possibilidade de termos em mãos informações sobre a qualidade dos dados produzidos por nossas pesquisas. Isso quer dizer que não é suficiente apenas analisar um dado número de fragmentos ou peças e dar-se por satisfeito pela quantidade de objetos analisados. Neste artigo demonstramos, por meio de dois estudos de caso, como o método funciona, exigindo pouco conhecimento estatístico e com o manuseio de apenas dois softwares, ambos de fácil acesso e que possam oferecer suporte para as inferências a respeito das coleções arqueológicas sob análise.

O processo apresentado corresponde ao resultado da aplicação do teste da Curva de Acúmulo de Espécie por diversas vezes para a mesma amostra, pois não é apenas pela aplicação do teste numa primeira tentativa que fica evidente a existência do patamar de estabilidade dos dados e a significância amostral. Por isso, é necessário que a aplicação do teste ocorra ao longo do período de análise, e não uma única vez. Durante os dias de análise, a reaplicação do método, os resultados alcançados poderão não corresponder aos esperados, pois atingir o patamar de estabilidade também pode ser reflexo da forma como os acervos estão armazenados nas reservas técnicas e como o processo de análise é feito pelo pesquisador. Esse é um ponto importante a se destacar, pois se a coleção analisada estiver organizada

a partir de atributos, por exemplo os acabamentos de superfície de fragmentos cerâmicos, fragmentos pintados, fragmentos corrugados, fragmentos unglados, ou por tipo de matéria prima. Toda vez que se inicia a análise de uma caixa ou embalagem em que constam esses objetos, novos atributos são identificados e o patamar não é atingido e, por fim, a redundância e a significância amostral não será alcançada. Portanto, para o bom funcionamento do teste, é importante que a ordem de análise dos objetos arqueológicos seja feita de forma aleatória. Nesses casos, sugerimos evitar análises feitas apenas por um único tipo de atributo, mas que cubram uma variedade ampla de atributos que possam indicar o bom desempenho da amostragem e auxiliem na caracterização do sítio. Assim, a 'aleatoriedade' dos dados não interferirá no funcionamento do teste de análise, mas impulsionará o seu resultado. Nas figuras 2 e 3, a linha azul apresenta alguns picos, que indicam o início de novas caixas de análise para o sítio Mineração. O seu acervo está organizado a partir dos acabamentos e tratamentos de superfície e por isso, os picos de verificação durante os dias de análise.

Todo tipo de característica observada em coleções arqueológicas pode ser avaliado com esse teste, não se limitando aos atributos associados aos fragmentos cerâmicos. É importante lembrar que o foco da análise não está no tipo de atributo, mas sim na forma como ele se dispersa dentro da amostra geral em estudo. Lepofsky e Lertzman (2005) chamam a atenção para os taxas mais comuns, isto é, os atributos mais facilmente observados na amostra; nesses casos, os autores entendem que a Curva de Acúmulo de Espécie funciona de maneira adequada, mas para as observações consideradas raras, estas deveriam ser tratadas separadamente e estritamente como dados nominais para não se perderem. Obviamente essa consideração do atributo ser considerado raro ou comum é decisão analítica do próprio pesquisador (Lepofsky; Lertzman, 2005).

O que estamos reforçando é a possibilidade de verificações substanciais para que dados levantados durante o processo de análise de uma coleção arqueológica não sejam descartados devido à necessidade fundamental de analisar toda a coleção, mas sim que haja uma justificativa que permita a caracterização efetiva do sítio arqueológico a partir das descrições dos conjuntos de atributos analisados.

Outro ponto importante e que deveria ser um acordo universal é que a relação do tamanho da amostra e a diversidade de riqueza das observações deveria ser investigada antes de quaisquer interpretações e inferências realizadas, pois é só a partir delas, com a garantia dos dados, que se pode voltar para questões interessantes sobre o que diversidade artefactual pode significar em termos arqueológicos (Meltzer; Leonard; Stratton, 1992).

As curvas elaboradas de formas distintas (por frequência de indivíduos, acúmulo e por rarefação) destinam a abordar questões diferentes da análise, mas todas permitem determinar a representatividade de uma coleção arqueológica e pode sugerir quando a escavação, coleta ou análise são suficientes para a elaboração de inferências interpretativas. Além disso, o uso da rarefação permite que duas ou mais amostras de tamanhos diferentes sejam comparadas, tornando-as analiticamente do mesmo tamanho e comparáveis entre si (Lyman; Ames, 2007).

A aplicação do método em amostras de fragmentos cerâmicos provenientes dos sítios Mineração e Gramado permite observar seu bom funcionamento, revelando sua eficácia para auxiliar as análises arqueológicas. A partir desses exemplos, podemos realizar inferências sobre a aplicação do método e sugerir sua utilização em contextos semelhantes, destacando sua utilidade na investigação de diferentes sítios arqueológicos. Diante dos dados apresentados nas Figuras 2, 3, 4 e 5, que ilustram a distribuição da contagem dos indivíduos, acúmulos e taxas de rarefação, para os aspectos tecnológicos e decorativos dos fragmentos cerâmicos, é possível perceber que a significância amostral para esses sítios foi alcançada. Dessa forma, podemos inferir conclusões representativas a respeito deles, demonstrando não apenas a validade do método, mas também sugerindo a aplicabilidade em outros contextos arqueológicos, enriquecendo o campo da pesquisa Arqueológica. Este artigo vai além de simplesmente indicar um caminho; representa uma possibilidade de solução para estudos de mestrado, doutorado ou pesquisadores autônomos, permitindo-lhes utilizar uma ferramenta que garanta a representatividade estatística de seus dados. Isso significa que ao aplicar esse método corretamente, a longo prazo teremos

a capacidade de inferir com maior precisão questões relacionadas às tecnologias e morfologias dos objetos arqueológicos brasileiros, evitando análises desproporcionais vazias de significado estatístico.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos pelo financiamento outorgado a GCP: Bolsa de Pós-doutorado FAPESP (2021/04562-0) e FAPESP BEPE (2023/03591-1), MO: SPRINT FAPESP (2020/00900-5), Auxílio Jovem Pesquisador FAPESP (2018/23282-5) e Bolsa Produtividade CNPq (308856/2022-8) e AGMA: Projeto Temático FAPESP (2019/18664-9) e Bolsa Produtividade CNPq (302024/2019-0). “As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANNING, Edward Bruce. Sampled to Death? The rise and fall of probability sampling. *American Antiquity*, v. 86, n. 1, p. 43-60. 2021.
- BINFORD, Lewis R. A Consideration of Archaeological Research Design. *American Antiquity*, v. 29, n. 4, p. 425-441, 1964.
- BINFORD, Lewis R. *Bones: ancient men and modern myths*. Academic Press: London (UK). 1981.
- BURNHAN, Kenneth P.; OVERTON, W. S. Estimation of the size of a closed population When capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, v. 65, n. 3, p. 927-936, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/65.3.625>.
- BURNHAN, Kenneth P.; OVERTON, W. Scott. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, v. 60, n. 5, p. 927-936, 1979.
- CAIN, Stanley A. The species-area curve. *The American Midland Naturalist*, v. 19, n. 3, p. 573-581, 1938.
- CEREZER, Jedson Francisco. *Tecnologia e simbolismo na expansão Guarani no Sul do Brasil*. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2017.
- COCHRANE Ethan E. *Explaining cultural diversity in ancient Fiji: the transmission of ceramic variability*. 2004. Tese (Doutorado) – University of Hawai, Hawai, 2004.
- COLWELL, Robert K.; CODDINGTON, Jonathan A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>.
- COLWELL, Robert K.; MAO, Chang Xuan; CHANG, Jing. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curve. *Ecology*, v. 85, n. 10, p. 2717-2727, 2004.
- CORRÊA, Ângelo Alves. *Pindorama de Mboia e Iakaré: Continuidade e mudança na trajetória das populações Tupi*. 2014. Tese (Doutorado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CRUZ-URIBE, Kathryn. The use and meaning of species diversity and richness in archaeological faunas. *Journal of Archaeological Science*, v. 15, n. 2, p. 179-196, 1988.
- DIAS, Sidclay Calaça. Planejamento de estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 26, n. 4, p. 373-379, 2008.
- DRENNAN, Robert D. *Statistics for Archaeologists: A Commonsense approach*. New York (US), NY: Springer, 2010.

- DUNNELL, Robert C. The Ethics of Archaeological Significance Decisions. In: GREEN, Ernestene L. (ed.). *Ethics and Values in Archaeology*. New York (US): Free Press, 1984. p. 62-74.
- DUNNELL, Robert C. *Classificação em Arqueologia*. São Paulo: Edusp, 2006.
- EBLING, Ângelo Augusto. *Estudo simulativo para amostragem de parcelas permanentes em Floresta com Araucária*. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- ECKBLAD, James W. How many samples should be taken? *Bioscience*, v. 41, n. 5, p. 346-348, 1991.
- EREN, Metin I.; CHAO, Anne; HWANG, We-Han; COLWELL, Robert. K. Estimating the richness of a population when the maximum number of classes is fixed: a nonparametric solution to an archaeological problem. *PLoS ONE*, v. 7, n. 5, e34179, 2012.
- ERNESTO, Matilde Vasconcelos. *Térmitas de duas áreas de floresta Atlântica Brasileira: uma análise do desempenho de estimadores não paramétricos*. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Monitoramento Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2013.
- FORD, James A. On the Concept of Types: The Type Concept. *American Anthropologist*, v. 56, n. 1, p. 42-53, 1954a.
- FORD, James A. Comment on A. C. Spaulding's "Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types". *American Antiquity*, v. 19, n. 4, p. 390-39, 1954b.
- FORD, James. A. Spaulding's Review of Ford. *American Anthropologist*, v. 56, n. 1, p. 109-114. 1954c.
- GALVÃO, Franklin. Métodos de levantamento fitossociológico. In: GALVÃO, Franklin, *A vegetação natural do Estado do Paraná*. Curitiba: IPARDES; CTD, 1994. p. 20-30.
- HELTSHE, James F.; FORREST, Nancy E. Estimating Species Richness Using the Jackknife Procedure. *Biometrics*, v. 39, n. 1, p. 1-11, 1983.
- HUGGETT, Jeremy. Is big digital data different? Towards a new archaeological paradigm. *Journal of field archaeology*, v. 45, n. sup1, p. S8-S17, 2020.
- JONES, George T., BECK, Charlotte, GRAYSON, Donald K. Measures of diversity and expedient lithic technologies. In: LEONARD, Robert D.; JONES, George T. (eds.). *Quantifying Diversity in Archaeology*. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1989. p. 69-78
- KOWALESKI, Stephen A. Merits of Full-Coverage Survey: Examples from the Valley of Oaxaca, Mexico. In: FISH, Suzanne K.; KOWALESKI, Stephen A. (eds.). *The Archaeology of Regions: A Case for Full-Coverage Survey*. Washington (US), DC: Smithsonian Institution, 1990. p. 33-85.
- LEONARD, Robert D. Incremental Sampling in Artifact Analysis. *Journal of Field Archaeology*, v. 14, n. 4, p. 498-500, 1987.
- LEPOFSKY, Dana; LERTZMAN, Ken. More on sampling for richness and diversity archaeological assemblages. *Journal of Ethnobiology*, v. 25, n. 2, p. 175-188, 2005.
- LIPO, Carl P. *Science, Style, and the Study of Community Structure: An Example from the Central Mississippi River Valley*. Oxford (UK): Hadrian Books. 2001.
- LIPO, Carl P.; MADSEN, Mark. Neutrality, "style" and drift: Building methods for studying cultural transmission in the archaeological record. In: HURT, Teresa D.; RAKITA, Gordon F. M. (eds.). *Style and Function: Conceptual Issues in Evolutionary Archaeology*. Westport (US): Bergin and Garvey, 2001. p. 91-118.

- LYMAN, R. Lee; AMES, Kenneth M. On the use of species-area curves to detect the effects of sample size. *Journal of Archaeological Science*, v. 34, n. 12, p. 1985-1990, 2007.
- MAGESTE, Leandro Elias Canaan. *Entre Estilo e Função: o estudo do sítio Córrego do Maranhão, Carangola-MG*. 2012. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- MAGESTE, Leandro Elias Canaan. *Cronologia e variabilidade: os ceramistas Tupiguarani na Zona da Mata Mineira e Complexo Lagunar de Araruama*. 2017. Tese (Doutorado) – Museu de Arqueologia e e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- MARTINS, Fernando Roberto; SANTOS, Flávio Antônio Mães. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos*, Edição Especial. v. 1, n. 1. p. 236-267, 1999.
- MCANANY, Patricia A.; ROWE, Sarah M. Re-Visiting the Field: Collaborative Archaeology as Paradigm Shift. *Journal of Field Archaeology*, v. 40, n. 5, p. 499-507, 2015.
- MELTZER, Davis. J.; LEONARD, Robert D.; STRATTON, Susan K. The relationship between sample size and diversity in archaeological assemblages. *Journal of Archaeological Science*, v. 19, n. 4, p. 375-387. 1992.
- MORAES, Camila Azevedo de. *Arqueologia Tupi no nordeste de São Paulo: um estudo de variabilidade artefactual*. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) – Museu de Arqueologia e Etnografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- PEREZ, Glauco Constantino. *Short report about Mineração Site in Ribeira do Iguape Valley, São Paulo – Brazil*. 2022. Relatório apresentado ao Professor Dr. Ethan Cochrane e à Professora Dra. Mercedes Okumura – MAE/USP, São Paulo, 2022a.
- PEREZ, Glauco Constantino. *O estabelecimento de redes de Transmissão Cultural entre os grupos Tupiguarani no Estado de São Paulo (Processo FAPESP – 2021/04562-0)*. Relatório parcial para FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022b.
- PEREZ, Glauco Constantino. *O estabelecimento de redes de Transmissão Cultural entre os grupos Tupiguarani no Estado de São Paulo*. Relatório Parcial de Projeto de Pesquisa de Pós-Doutorado apresentado à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo em detrimento do pedido de prorrogação de bolsa – FAPESP/SP, São Paulo, 2023.
- PHILLIPS, Philip; JAMES, Ford A.; JAMES Griffin B. *Archaeological Survey in the Lower Mississippi Alluvial Valley, 1940–1947*. Cambridge, Massachusetts (US): Peabody Museum Press, 1951.
- PILLAR, Valério D. Suficiência amostral. In: BICUDO, Carlos E. M.; BICUDO, Denise de C. (orgs.). *Amostragem em Limnologia*. São Carlos: Editora Rima, 2004. p. 25-43.
- PLOG, Fred. Some Thoughts on Full-Coverage Surveys. In: FISH, Suzanne K.; KOWALWSKI, Stephen A. (eds.). *The Archaeology of Regions: The Case for Full-Coverage Survey*. Washington (US), DC: Smithsonian Institution, 1990. p. 243-248.
- REITZ, Elizabeth J.; WING, Elizabeth S. *Zooarchaeology*. 2. ed. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2008.
- RENFREW, Colin; BAHN, Paul. *Archaeology: Theories, Methods, and Practice*. 5. ed. London (UK): Thames & Hudson, 2008.
- SCATAMACCHIA, Maria Cristina Mineiro; UCHÔA, Dorath Pinto. O contato euro-indígena visto através de sítios arqueológicos do estado de São Paulo. *Revista de Arqueologia*, v. 7, n. 1, p. 153-173, 1993.
- SCHILLING, Ana Cristina; BATISTA, João Luis Ferreira. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. *Brazilian Journal of Botany*, v. 31, n. 1, p. 179-187. 2008.

- SHANKS, Michael; TILLEY, Christopher. *Re-Constructing Archaeology: Theory and Practice*. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1987.
- SHIVER, Barry D. & BORDERS, Bruce E. *Sampling techniques for forest resource inventory*. New York (US): John Wiley, 1996.
- SØRENSEN, Tim Flohr. The Two Cultures and a World Apart: Archaeology and Science at a New Crossroads. *Norwegian Archaeological Review*, v. 50, n.2, p. 101-115, 2017.
- WHITE, Theodore E. A method of calculating the dietary percentagem of various food animals utilized by aboriginal people. *American Antiquity*, v. 18, n. 4, p. 396-398, 1953.
- ZANETTINI ARQUEOLOGIA. *Relatório final: Programa de Diagnóstico Arqueológico Usina Guarani S/A – Açúcar e Álcool (Usina Cruz Alta – Unidade III)*. SãoPaulo: Zanettini Arqueologia, 2007.