

# Método para Simular Amostras Probabilísticas com Imagens em Planilha: uma Aplicação Educacional em Biologia

## Method to Simulate Probabilistic Samples Through Images in a Spreadsheet: an Educational Application in Biology

Fernando Frei<sup>\*a</sup>; Glauber Lucio Alves Santiago<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Estadual Paulista, Departamento de Ciências Biológicas. SP, Brasil.

<sup>a</sup>Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Artes e Comunicação. SP, Brasil.

\*E-mail: fernando.frei@unesp.br

---

### Resumo

O ensino de Estatística é parte integrante de currículos de diversas áreas do conhecimento no ensino superior. Especificamente, a Estatística Inferencial necessita de novas práticas pedagógicas para superar o pensamento determinístico apresentados por muitos estudantes de maneira a desenvolver uma transição para conceitos probabilísticos, a base da Inferência Estatística. Neste sentido, este artigo tem como objetivo apresentar um recurso didático para simular amostras, com imagens em planilha com o propósito de desenvolver conceitos estatísticos inferenciais associados à resolução de problemas práticos na área de Biologia. O desenho de pesquisa utilizado para o trabalho em foco foi quantitativo, exploratório e descritivo. Os resultados sobre a aprendizagem dos conceitos estatísticos inferências foram positivos. No que diz respeito a avaliação dos alunos, 77% consideram que a atividade apresenta interdisciplinaridade e dinamismo o que contribuiu para entender os conceitos do processo de estimativa por Intervalo de Confiança. As atividades com o uso da simulação com imagens em planilha mostraram que o procedimento adotado pode ser um aliado no ensino da inferência, e que a combinação da simulação e de atividades práticas envolvendo a simulação com imagens pode enriquecer a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Educação Estatística. Intervalo de Confiança. Simulação com Imagens.

### Abstract

*The teaching of statistics is an integral part of the curricula of several knowledge fields in higher education. Specifically, inferential statistics needs new pedagogical practices in order to overcome the deterministic thinking of a number of students and develop a transition to probabilistic concepts, the basis of statistical inference. Therefore, this article aims to present a didactic method to simulate samples through images in a spreadsheet with the objective of developing inferential statistics concepts associated with the solution of practical problems in Biology. The research design used in this work was qualitative, exploratory and descriptive. On average the results concerning the learning of inferential statistics were 70% positive. As regarding students evaluation, 77% consider that the activity is both interdisciplinary and dynamic, which contributes to the understanding of the concepts of the Confidence Interval estimation process. The activities using simulation through images in spreadsheets have shown that the procedure can be an ally in the teaching of inference and that the combination of simulation and practical activities can enrich the learning environment.*

**Keywords:** Statistical Education. Confidence Interval. Simulation with Images.

---

## 1 Introdução

Cursos introdutórios de Estatística nas diversas graduações servem como uma iniciação geral à teoria e à prática da Estatística Descritiva e Inferencial. Nos cursos de serviço de Estatística, aqueles em que os alunos irão se formar em outras áreas, como Biologia, Engenharias, Ciências Médicas, e demais cursos, grande parte da aprendizagem vem da leitura do livro texto selecionado (Basturk, 2005), muitos dos quais direcionados para a aprendizagem de procedimentos preponderantemente matemáticos com poucas aplicações práticas. O estudo da Estatística e suas aplicações é parte do currículo para estudantes de diferentes áreas e estes estudantes apresentam diferentes interesses profissionais e habilidades matemáticas variadas (Gordon, Petocz & Reid, 2009).

Como Gordon e Nicholas (2010) ressaltaram, existem

diversas questões relacionadas com a educação Estatística em cursos de Ciências que podem se caracterizar como grandes desafios, como a falta de conexão entre o currículo das disciplinas de Estatística e sua aplicação nas diversas áreas de conhecimento, bem como a carência de professores preparados para o ensino da Estatística.

Para estudantes das áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, o ensino da Estatística é notoriamente difícil devido à ausência de conhecimentos prévios de matemática e que muitos conceitos são percebidos como complexos (Allen, Folkard, Lancaster & Abram, 2010). Outras questões importantes destacadas por Koparan (2015), entre os diversos fatores que dificultam a aprendizagem da Estatística destacam-se: 1) que os alunos entendem a Matemática e a Estatística como sendo iguais e, portanto, pensam que precisam se concentrar apenas em números, cálculos, fórmulas e uma

única resposta correta, e 2) também que, na maioria dos problemas estatísticos, os alunos cometam erros dependendo de suas próprias experiências, as quais podem produzir respostas falsas em vez de escolher uma maneira compatível com evidências baseadas em dados.

Por outro lado, abordagens com temas práticos das áreas de formação dos alunos são estratégias positivas pois atraem a atenção, bem como podem fomentar o estudante a atuar como pesquisador para responder questões que foram realizadas quando os dados foram originalmente coletados (Neumann, Neumann & Hood, 2010). Autores como Barnett (2001), Brooks (2011) e Mvududu e Kanyongo (2011) sugerem o uso de dados ambientais para apresentar técnicas Estatísticas de análise exploratória de dados, correlação e outras.

Outras estratégias metodológicas podem contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem da Estatística nas mais diversas áreas. Entre elas, pode-se destacar o uso de simulações. Como destacam Barr e Scott (2011), ao utilizar simulações, pode-se revelar uma gama de conceitos muitas vezes incompreendidos que são centrais para o conhecimento estatístico básico, como os de aleatoriedade e distribuições estatísticas. Assim, a simulação consiste na geração de valores aleatórios e distribuições de probabilidade que permitem simular a aleatoriedade existente em praticamente qualquer sistema discreto ou contínuo.

Dentre as plataformas computacionais, as planilhas são ótimos recursos para o desenvolvimento de estratégias didáticas para simulação em disciplinas de Estatística e tem ganhado muitos adeptos entre os docentes da área (Johnson & John, 2003; Hunt & Mashhoudy, 2004; Martin, 2008; Chaamwe & Shumba, 2016).

No entanto, para que o ensino da Estatística seja bem-sucedido, os professores podem implementar métodos educacionais mais cativantes e variados, como aqueles que utilizam recursos audiovisuais (Le, 2013). Segundo Murphy (2009, p. 1), “isso é especialmente verdadeiro para estudantes adolescentes, que experimentam a era da tecnologia em que a informação visual é a norma”.

Assim, a associação de diversas estratégias é fundamental para o sucesso do ensino de Estatística principalmente para cursos de serviços em áreas como as de Biologia, Meio Ambiente e Saúde em geral.

### **1.1 O uso das imagens e sua contribuição para o ensino de Estatística**

Vivemos na era da cultura visual. As imagens que invadem continuamente nosso ambiente, seja privado ou público, vêm em formas diferentes, através de vários canais de comunicação (Avgerinou, 2009).

Os estudantes do século XXI são expostos excessivamente as imagens destinadas a entreter, informar e anunciar. Eles nasceram em um mundo com três telas (cinema, televisão e computador); o advento de telas LCD baratas também

introduziu um quarto tipo de tela, com smartphones, tablets e dispositivos wireless (Crider, 2015).

Como destacam Barros, García e Amaral (2008, p. 95):

A imagem é muito forte e a virtualidade transformou o texto em imagem: não só em imagens coloridas, mas a própria forma texto foi convertida em imagem pelas possibilidades do hipertexto e pelas demais ferramentas da tecnologia, que são inúmeras.

De modo geral, as simulações são apresentadas aos alunos através de conjunto numéricos e esses são tratados pelas diversas técnicas Estatísticas. No entanto, a coleta e a mensuração dos objetos amostrais não são executadas pelos alunos que recebem os dados numéricos, sem que os mesmos pratiquem a atividade de medir cada objeto de seu estudo. É evidente que, para determinadas circunstâncias o processo de mensuração é inviável, no entanto, para situações em que as amostras podem ser consideradas reduzidas, a mensuração poderia ser desenvolvida.

É neste sentido que o presente estudo busca dar um passo adicional em processos de simulação e adicionar um elemento que possa atrair os alunos e aproximar conteúdos estatísticos da realidade utilizando imagens.

Para nortear a pesquisa em foco a seguinte questão foi considerada: Como a simulação amostral por meio de imagens pode facilitar o aprendizado de conceitos estatísticos inferenciais em alunos universitários?

Este trabalho tem como objetivo apresentar um método didático prático para simular amostras, com imagens em planilha, com o propósito de desenvolver conceitos estatísticos inferenciais associados ao processo de estimativa de um parâmetro por intervalos relacionados à resolução de problemas práticos na área de Biologia.

## **2 Método**

O método utilizado para o trabalho em foco foi quantitativo, exploratório e descritivo como preconizado por Creswell 2003, utilizando associação do aprendizado orientado com método da aprendizagem da descoberta. Foram adotados dois tipos de avaliações para aferir o impacto da simulação na aprendizagem dos estudantes em relação aos conceitos e práticas do Intervalo de Confiança para a proporção populacional. A primeira avaliação está baseada nos conceitos estatísticos envolvidos na prática proposta. Já a segunda avaliação visa conhecer a percepção dos alunos sobre a atividade prática com relação à sua eficácia. Para tanto, ambas as avaliações foram efetuadas por meio de questionários online (Formulários Google).

As análises foram desenvolvidas por meio de análise descritiva – gráficos e tabelas.

### **2.1 Coleta de dados**

O processo de simulação com imagens foi desenvolvido em um curso de Estatística Inferencial em 2019 para 34 estudantes de graduação de Engenharia Biotecnológica de

uma Faculdade da Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, Brasil.

## 2.2 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumento para realizar a simulação com imagens foi utilizada a planilha Microsoft Excel versão 2016.

Dois questionários foram respondidos pelos estudantes, a saber: o primeiro, afere, prioritariamente, os conhecimentos adquiridos referentes aos conceitos e interpretações de Inferência Estatística – Intervalo de Confiança para a proporção populacional de rãs com mutações. Este questionário apresenta questões abertas dissertativas. O segundo questionário teve como objetivo conhecer a opinião dos alunos sobre como o instrumento de simulação contribuiu para o aprendizado da Estatística, desenvolvimento da interdisciplinaridade entre a Estatística e Biologia e outros tópicos (Apêndice I).

## 2.3 Problemas interdisciplinares em Biologia

Durante o semestre, os alunos realizaram projeto que exigiu a pesquisa sobre problema ecológico relacionado a possível ação do parasita *Ribeiroia ondatrae*.

O Problema: O parasita *Ribeiroia ondatrae* infecta diversas espécies de rãs causando anomalias em seus membros inferiores o que dificulta e até mesmo pode incapacitar a locomoção desses anfíbios, que ficam mais vulneráveis a predação.

Desta forma, a situação das rãs infectadas é apresentada na classe como um problema biológico, e os conceitos envolvendo aleatoriedade, níveis de mensuração e intervalo de confiança para a proporção populacional serão discutidas no contexto da questão. Os conceitos, exemplos e alguns exercícios sobre os temas estatísticos foram apresentados aos alunos através de um vídeo de 10 minutos desenvolvido pelo docente responsável pelo curso. Este vídeo foi disponibilizado cinco dias antes da aula presencial na plataforma Youtube. Posteriormente, em aula presencial, o docente reforçou os conceitos e apresentou um software grátis de Estatística para o cálculo de Intervalo de Confiança para a proporção populacional. Ao finalizar a aula foi proposto o trabalho envolvendo o problema da possível mutação nas rãs e a simulação das amostras relativas à população desses anfíbios, bem como uma explanação dos procedimentos junto a planilha para o desenvolvimento do projeto de simulação.

Foram formados grupos de trabalhos com quatro alunos e cada um desses alunos foi responsável pela seleção de uma amostra simulada de 50 rãs e pela análise dessa mesma amostra, posteriormente todas as amostras foram reunidas em uma única e a mesma foi analisada pelo grupo.

Para os estudantes foi feita a afirmação, baseada em pesquisas sobre o assunto, que em circunstâncias normais, a taxa de anormalidades em rãs pode variar entre zero até 8%. A proporção 0,08 é o valor do parâmetro populacional que deve ser testado contra a hipótese que houve um aumento da

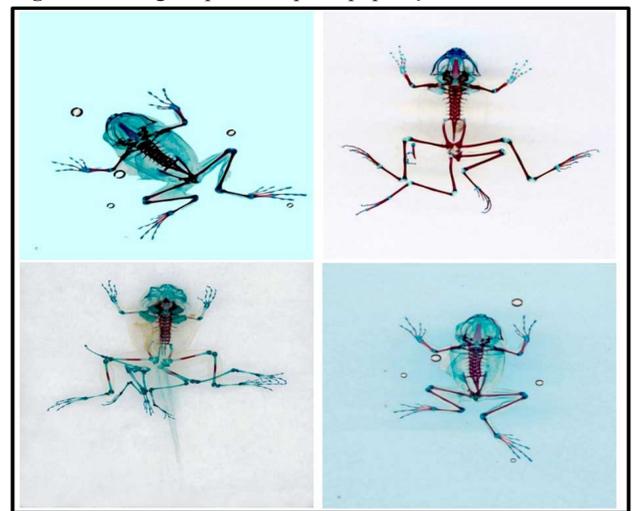
proporção devido ao parasita.

Para o sorteio das amostras, a população de rãs (imagens) disponibilizadas para os alunos foi desenvolvida de forma que a proporção de animais com anomalias nos membros inferiores alcance 20%, o poderia validar a hipóteses de que esta população estaria sob ataque do *Ribeiroia ondatrae*. Nesse sentido, do total de 24 imagens de rãs, 5 apresentam a deformidade, o que resulta em aproximadamente 20% da população. Deve estar claro que os alunos não tiveram acesso a essa informação, justamente como ocorre na prática dos levantamentos.

## 2.4 Construção do processo de aleatorização no Excel

Para simular a população, da qual seriam extraídas amostras, foram utilizadas imagens com rãs em condições normais (com 2 patas) e anormais (com alterações anatômicas nos membros inferiores), como são apresentadas na Figura 1. Como o número de imagens de animais normais e com anomalias são restritas, menores que o total de 24, o professor modificou o fundo e a posição para diferenciar as imagens o que torna mais fácil a identificação de uma nova rã da amostra.

Figura 1 - Imagens para compor a população simulada de rãs



Fonte: Imagens cedidas por Brandon Ballenge (2003).

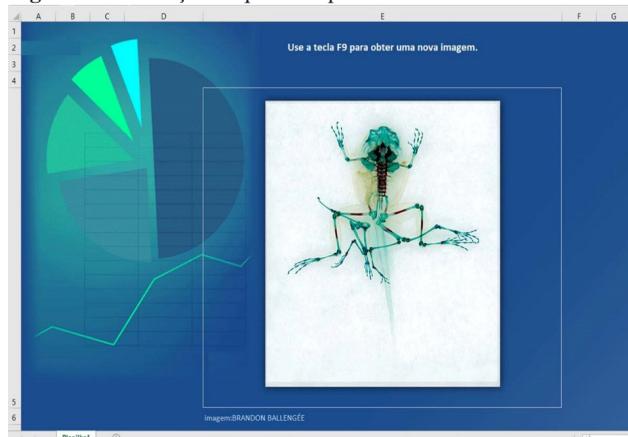
## 2.5 Construção de planilha para sorteio da amostra

A simulação por meio da planilha utiliza um conjunto de imagens ocultas para sorteio de uma imagem aleatória, a qual é apresentada ao aluno na única planilha visível (figura 2).

Objetivo é que o estudante realize diversos sorteios e possa analisar a condição das rãs da sua amostra e posteriormente utilizar os conhecimentos estatísticos para, com o uso da técnica de Intervalo de Confiança, estimar a proporção de rãs com anomalias na população e posteriormente comparar com valor padrão de normalidade desse anfíbio.

Esse processo é realizado com o uso de fórmulas disponíveis na própria planilha e os procedimentos podem ser observados no Apêndice II.

**Figura 2** - Ilustração da planilha para simular amostras



Fonte: Os autores.

## 2.6 Descrição das Atividades Realizadas

Para o desenvolvimento do estudo, foi realizada uma aula clássica com a exposição dos conceitos estatísticos, explanação genérica pelo professor sobre a questão ecológica das más formações/mutações em rãs e instruções sobre a atividade de simulação e avaliação.

### 2.6.1 Aula conceitual sobre Intervalo de Confiança – Média e Proporção

A primeira parte da atividade proposta agrega uma aula presencial clássica de duas horas em que o professor apresenta os principais conceitos sobre a técnica Estatística Inferencial denominada de Intervalo de Confiança.

#### 2.6.1.1 Intervalo de Confiança

De acordo com Frei (2018, p.79):

Dentre os processos inferenciais, conhecer uma ou mais características de determinada população é parte fundamental na pesquisa nas áreas biológicas e de saúde. Essas características são chamadas de parâmetros – média populacional, variância populacional e outros. No entanto, dificilmente teremos à mão todos os sujeitos da população. Devemos buscar informações na amostra ou amostras disponíveis, para só então, generalizar os resultados obtidos – as estimativas da média, variância e outros, para a população em estudo.

Embora uma estimativa pontual, como por exemplo a média de uma mostra, seja uma reflexão valiosa do parâmetro  $\mu$ , ela não fornece informações sobre a precisão da estimativa. Podemos questionar: quão preciso é como estimativa de  $\mu$ ? Para responder a essa questão, deve-se lançar mão das informações fornecidas pelo erro padrão (EP). Desta forma, o par composto pela estimativa pontual e EP() é mais informativo do que a estimativa pontual (Ekstrom & Sorensen, 2015, p.118). Alternativamente, podemos usar um intervalo, denominado de Intervalo de Confiança – IC, construído a partir da estimativa pontual e do erro padrão que poderá conter o parâmetro pesquisado com determinada probabilidade.

O IC tem ou não tem o verdadeiro valor da média

populacional e o valor de 95% significa que de 100 amostras retiradas ao acaso da população, 95 intervalos poderiam ter o verdadeiro valor da média populacional e 5 poderiam não ter.

Para a situação proposta neste trabalho, a estimativa da proporção populacional  $p$  da variável em estudo pelo intervalo de 95% de confiança é dada pela expressão:

$$p \left( \hat{p} - 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}}; \hat{p} + 1,96 \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n}} \right) = 0,95$$

No caso descrito pela expressão anterior deve-se verificar se as condições  $n \times p \geq 5$  e  $n \times (1-p) \geq 5$  são observadas.

### 2.6.2 Discussão em sala de Aula

Para introduzir a atividade, foi feita uma explanação genérica pelo professor aos alunos em sala de aula sobre o problema ecológico das más formações/mutações em rãs. Algumas imagens foram apresentadas aos alunos como forma de estimular o interesse e ampliar a discussão. O objetivo da atividade é a de verificar, por meio da simulação com imagens, se as más formações nas rãs estavam acima de um nível normal e se as rãs poderiam ser um sinal – bioindicadores – de que algo no ambiente estava errado, o que também poderia significar problemas para os seres humanos.

Posteriormente foi oferecido aos alunos um plano de trabalho para realizar a atividade de forma individual e posteriormente em grupo. A apresentação do plano de trabalho permitiu aos alunos situarem-se como sujeitos ativos e participantes do trabalho a ser executado durante a atividade proposta.

### 2.6.3 Atividades dos alunos

Após a discussão inicial foi oferecido na plataforma Google Sala de Aula um arquivo em formato PDF com as instruções sobre as diversas etapas da atividade.

Como parte das atividades os alunos realizaram uma pesquisa sobre o possível problema da má formação/mutação das rãs na rede de internet buscando trabalhos científicos que pudessem trazer conhecimentos sobre o assunto.

De acordo com o plano de trabalho, o tamanho da amostra coletada individualmente pelos alunos foi igual a 50 rãs (50 imagens).

Atividade desenvolvida fora da sala de aula com a planilha de simulação disponibilizada na plataforma Google Sala de Aula foi realizada em dois dias.

Posteriormente à coleta, os alunos codificaram os resultados em 1 para a presença de mutação e zero para rãs normais (sem mutação). Essa codificação foi feita em uma segunda planilha a qual foi levada ao Laboratório de Bioinformática para análise Estatística utilizando o software livre Bioestat versão 5.3 já utilizado anteriormente pelos alunos.

No Laboratório de Bioinformática, local usual das aulas de Estatística, os alunos se reuniram em grupos de quatro

integrantes para realizar o agrupamento de todas as amostras individuais em uma única amostra. Em uma segunda etapa, os grupos puderam discutir resultados e possíveis análises durante uma hora. Posteriormente, individualmente, os alunos responderem aos dois questionários avaliativos.

Durante todo o processo de ensino aprendizagem foi adotado o método da aprendizagem da descoberta.

### 2.6.4 Método do aprendizado da descoberta

O método do aprendizado da descoberta é fundamentado no conceito de que o conhecimento que os alunos encontram por si mesmos tem mais valor do que o conhecimento que foi puramente explicado (Klahr & Nigam, 2004). O objetivo do aprendizado da descoberta é envolver os estudantes em atividades que os levem a “descobrir” um princípio. Verificou-se, no entanto, que os alunos nem sempre percebem o princípio que o docente almejava que eles descobrissem. Isso ocorre dado que os estudantes podem não perceber regularidades ou padrões. Além disso, os alunos têm dificuldades em alterar suas crenças pré-estabelecidas, mesmo se os dados contradizem essas crenças (De Jong & Van Jooligen, 1998; Mills, 2002). Tem sido recomendado, portanto, que tanto o aprendizado orientado quanto a descoberta, ou uma combinação de ambos, são métodos de ensino eficazes (delMas, Garfield & Chance, 1999; Lane & Peres, 2006). Com o aprendizado de descoberta guiada, os alunos recebem uma série de atividades que os levam a um objetivo predeterminado (Lane & Peres, 2006).

Uma maneira de guiar o aprendizado da descoberta pode ser alcançada em classes de Estatística com o uso de simulação de computador e outras estratégias didáticas. A simulação computacional permite a elaboração de um grande número de amostras de uma população hipotética ou de um conjunto de dados rapidamente.

**Quadro 1** - Resultados das avaliações conceituais para as três questões

	Adequada		Parcialmente Adequada		Inadequada		Total	Total*
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
Questão 1	18	53	5	15	11	32	34	100
Questão 2	11	32	6	18	17	50	34	100
Questão 3	12	35	19	56	3	9	34	100

\* A percentagem total apresenta aproximações para somar 100%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Pelo Quadro 1 pode-se verificar que foi feito corretamente o uso do Intervalo de Confiança - IC para a proporção de rãs com anomalias por 53% dos alunos, no entanto, a correta interpretação do IC, quando da comparação com o valor de 8% apresenta deficiências. Nesta segunda questão, os Intervalos de Confiança apresentam limite inferior acima do valor de 8%, o que permite, probabilisticamente, indicar um problema na população de rãs, mas diversos estudantes, optaram por utilizar o valor pontual da proporção para realizar uma conclusão. No caso da avaliação da precisão dos resultados

## 3 Resultados e Discussão

### 3.1 Situação 1 – Avaliação de Conceitos Estatísticos

A primeira situação avaliativa formativa teve como objetivo aferir como a simulação com imagens pode auxiliar nos conceitos de Intervalo de Confiança e precisão. Para tanto, foi aplicado um questionário com três questões dissertativas com a introdução (Figura 3):

**Figura 3** - Questionário

Está ocorrendo algo com as rãs?

Você selecionou uma amostra de 50 rãs. Para responder as questões abaixo você deve analisar sua amostra e a amostra total do grupo (soma das amostras). Vamos supor que pelas pesquisas anteriores e bibliografia sobre o tema, que do total de rãs sadias, 8% apresentam deformidades nas pernas.

Questão 1 – Qual análise Estatística você utilizou para avaliar a condição da população de rãs com relação às mutações, explique o motivo e apresente o resultado numérico da análise para sua amostra.

Questão 2 – Comparando o valor padrão fornecido para rãs sadias (8%) com o resultado da análise Estatística inferencial de sua amostra, qual sua conclusão para a questão prática?

Questão 3 – Qual avaliação você faz da precisão do resultado da análise Estatística inferencial para

Fonte: Os autores.

É importante salientar que em todo o texto sobre o assunto das condições da Rãs, propositalmente, não direciona o aluno a realizar uma análise Estatística específica. Neste questionário (questões 1, 2 e 3), classificamos as respostas em três categorias:

Respostas consideradas adequadas; Respostas consideradas adequadas, mas incompletas e Respostas consideradas inadequadas.

O Quadro 1 a seguir apresenta os resultados de acordo com a classificação da adequação das respostas dos estudantes.

da amostra individual em comparação à amostra do grupo, 9% avaliaram de forma inadequada a relação entre tamanho amostral e precisão.

Os resultados apresentados nas três questões iniciais seguem o padrão da aprendizagem de descoberta guiada. De acordo com De Jong e Van Jooligen (1998, citado por Lane e Perez, 2006), este método é eficaz quando é solicitado aos alunos que usem simulações para averiguar respostas a questões específicas colocadas previamente. Este método requer atividade intelectual por parte do aluno, em oposição

ao modo passivo adotado ao ser alimentado com informações via texto ou imagens estáticas.

As respostas anteriores são importantes para que o docente possa conhecer os obstáculos para que direcione ações pedagógicas com o objetivo de superá-los. Assim, a planilha com a simulação proposta cumpre seu papel, qual seja, o de propiciar o aprendizado ao estudante, mas também realizar o diagnóstico das deficiências apresentadas por esses mesmos estudantes.

É importante salientar que esta atividade é a primeira atividade que aborda conceitos inferenciais dentro da disciplina ministrada no primeiro semestre do terceiro ano do curso de Engenharia em estudo. Até o terceiro ano, os(as) estudantes tiveram em seu curso sete disciplinas de matemática, entre Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo Numérico, Álgebra e Física. Assim, a transição para conceitos probabilísticos, a base da Inferência Estatística, ainda pode ser considerada insuficiente frente a um pensamento determinístico. Essa situação é descrita por pesquisadores na área do ensino de Estatística como Pfankuch e Brown (1996). Em seu estudo intitulado “Construindo e desafiando as intuições dos estudantes sobre a probabilidade: podemos melhorar o ensino de graduação?”, os autores após diversos experimentos observam que os alunos não conseguiram dar uma explicação lógica para o argumento probabilístico. Em todas as situações de dados reais, o pensamento probabilístico raramente era apresentado pelos estudantes e havia uma tendência para o pensamento excessivamente determinista, refletindo sua falta de consciência ou compreensão do conceito de variação. Como disciplina básica, a Matemática faz parte de todo ensino desde o fundamental até o ensino médio, o que demonstra sua importância. Em parte, devido a esta característica, os alunos são frequentemente influenciados por um modo de pensar determinista (Shi & Tao, 2009). Neste sentido, a atividade de simulação com a planilha, apresenta uma nova forma de pensar a análise do problema proposto, bem como propiciar ao estudante um papel mais ativo, e, portanto, pode auxiliar na mudança da concepção determinista da ciência (Serradó, Azcárate & Cardeñoso, 2005).

Hagtvedt, Jones e Jones (2008), em pesquisa sobre o ensino dos conceitos de Intervalo de Confiança avaliaram que o programa computacional pode ocasionar ganhos na aprendizagem. Outros trabalhos de pesquisa em ensino de Estatística envolvendo Intervalo de Confiança evidenciam que a interpretação de alunos na área de Psicologia é em grande parte errônea (Hoekstra, Morey, Rouder & Wagenmakers, 2014). Kalinowski (2010) em sua pesquisa com alunos de quarto ano da graduação em Psicologia, Ecologia, Medicina e outras áreas da ciência, revela que 23% dos estudantes acreditavam, erroneamente, que a largura do Intervalo de Confiança diminuiria à medida que o nível de confiança aumentasse.

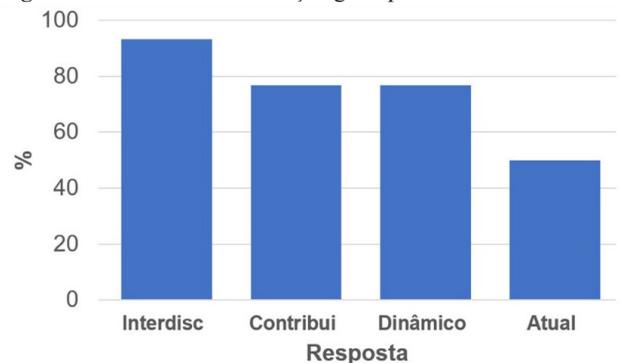
### 3.2 Situação 2 – Avaliação da Simulação com uso de Planilha

A segunda situação teve como objetivo aferir como a simulação foi avaliada pelos alunos. Para alcançar este objetivo, após a avaliação dos conceitos, foi aplicado um questionário com duas questões.

A primeira questão solicita que o aluno faça uma avaliação com relação a todo o processo que envolve a atividade de simulação: Pesquisa do Tema, Amostragem no Excel, Análise dos dados no Bioestat, Forma com que o trabalho foi proposto e Conclusão. Nesta questão, foi possível assinalar quantas alternativas o aluno desejasse.

A Figura 4 apresenta os resultados das respostas múltiplas dos 34 estudantes. Verifica-se que as três primeiras frases foram confirmadas em no mínimo com 76%.

**Figura 4 - Resultado da avaliação geral pelos estudantes**

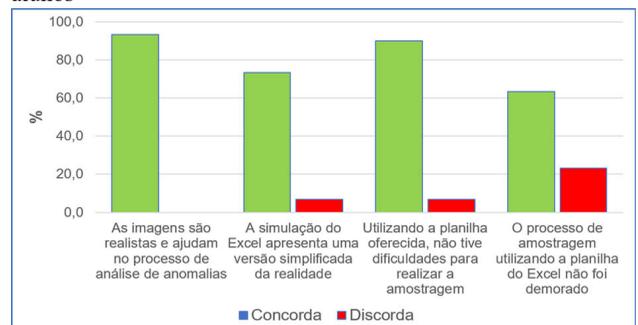


Legenda: Interdisc. - É possível observar interdisciplinaridade na atividade (Estatística - Biologia - Informática); Contribui - O trabalho como um todo contribuiu para entender os conceitos e técnicas Estatísticas abordadas; Dinâmico - O trabalho como um todo propiciou diversas atividades o que tornou o trabalho mais dinâmico; Atual - O tema do trabalho é atual.

Fonte: Dados da pesquisa.

A segunda questão aborda especificamente a simulação usando a planilha eletrônica e quatro alternativas apresentam afirmação positiva ao uso da planilha como instrumento para a simulação e outras quatro questões são diametralmente opostas. Da mesma maneira que a questão anterior, também foi possível assinalar quantas alternativas o aluno desejasse.

**Figura 5 - Avaliação do processo de simulação por parte dos alunos**



Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da Figura 5 mostram concordância

majoritária com as afirmações positivas para cada uma das quatro afirmações.

Os resultados podem ser considerados promissores visto que 70% das respostas na primeira situação avaliativa formativa são adequadas ou parcialmente adequadas. O maior percentual de erro está ligado a falta de uso do Intervalo de Confiança - IC para gerar conclusões sobre o problema prático na situação em que o IC é utilizado em estratégia para substituição de Testes de Hipóteses, processo educativo geralmente apresentado após os conceitos de IC. No entanto, deve-se enfatizar que a atividade proposta que envolve a simulação com planilha eletrônica pode ser considerada como a transição dos conceitos da Estatística Descritiva, a qual utiliza estimativas pontuais para descrever as amostras em estudo, em relação à Estatística Inferencial, que possui a probabilidade como base para desenvolver técnicas com o objetivo de realizar conclusões para a população alvo da pesquisa.

Estudos mostram que apresentar Intervalos de Confiança interativos podem auxiliar no entendimento da relação da amplitude dos intervalos, o tamanho das amostras e o nível de confiança (Kalinowski, 2010; Christou & Dinov, 2011).

Uma razão provável para o sucesso da simulação é que ela força os alunos a confrontar as discrepâncias entre o que esperam e o que ocorre. Confrontar essas discrepâncias tem se mostrado um poderoso caminho para a mudança (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982, citado por Lane & Peres, 2006).

#### 4 Considerações Finais

A despeito de possíveis limitações experimentais, verificou-se que o uso da simulação com imagens empregando planilha apresenta potencial como um método auxiliar no ensino em cursos de Estatística Inferencial para melhorar as habilidades dos estudantes. A implementação das imagens como meio para a aprendizagem no ensino do Intervalo de Confiança promoveu resultados positivos que foram traduzidos pelo bom desempenho dos estudantes.

Especificamente, a simulação com imagens permitiu apresentar o conceito de erro amostral aos estudantes. Também foi possível verificar que o objetivo de construir prática interdisciplinar com o uso da interação entre tecnologias entre Estatística e Biologia foi alcançada e propiciou maior interesse dos alunos como mostrou o resultado da avaliação de interdisciplinaridade. O uso da planilha permitiu simular imagens que se aproximam da realidade o que torna as atividades mais ativas e, portanto, pode facilitar o ensino e a aprendizagem de procedimentos como o Intervalo de Confiança.

A atividade também proporcionou um diagnóstico sobre as deficiências conceituais e práticas, o que possibilita novas estratégias para aprimorar a prática pedagógica.

A pesquisa em pauta faz parte de um esforço de professores que buscam estratégias para aprimorar o ensino

de Estatística. No entanto, estudos experimentais se mostram de difícil implementação dado que atribuição aleatória de alunos na mesma turma a diferentes métodos de ensino é mais complexa. Ainda assim, há uma ênfase crescente na avaliação do uso da tecnologia da computação na área da simulação, em especial em simulação visual.

Os resultados descritos permitiram que os estudantes fizessem vinculações entre os conceitos de erro amostral e Intervalo de Confiança, bem como tratou a temática de pesquisa em Biologia de forma prática o que demonstra a importância de desenvolver métodos atraentes e mais próximos da realidade.

#### Referências

- Allen, R., Folkard, A., Lancaster, G. & Abram, B. (2010). *Statistics for the biological and environmental sciences: improving service teaching for postgraduates*. ICOTS 8 proceedings: International Conference on Teaching Statistics 2010 Ljubljana, Slovenia.
- Avgerinou, M. D. (2009). Re-Viewing Visual Literacy in the “Bain d’ Images” Era. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 53(2), p. 28–34.
- Barnett, V. (2001). Green Statistics. *Teaching Statistics*, 23(2), p. 35–37.
- Barr, G. D. & Scott, L. (2011). Teaching statistics in a spreadsheet environment using simulation. *Spreadsheets in Education*, 4(3), p. 1–16.
- Barros, D. M. V., García, C. M. A. & Amaral, S. F. (2008). Estilo de uso do espaço virtual. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 1(1), p. 88-108.
- Basturk, R. (2005). The Effectiveness of Computer-Assisted Instruction in Teaching Introductory Statistics. *Educational Technology e Society*, 8(2), p. 170–178.
- Brooks, R. (2011). Using carbon emissions data to ‘heat up’ descriptive statistics. *Teaching Statistics*, 34(1), p. 25–30.
- Chaamwe, N. &, Shumba, L. (2016). ICT Integrated Learning: Using Spreadsheets as Tools for e-Learning, A Case of Statistics in Microsoft Excel. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(6), 435-440.
- Christou, N. & Dinov, I. D. (2011). Confidence Interval Based Parameter Estimation—A New SOCR Applet and Activity. *PLOS ONE*, 6(5), p. 1–18.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crider, A. (2015). Teaching Visual Literacy in the Astronomy Classroom. *New Directions for Teaching and Learning*, 141, p. 7–18.
- De Jong, T. & Van Jooligen, W. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), p. 179–201.
- delMAS, R. C. & Garfield, J. B. L. (1999). A Model of Classroom Research in Action: Developing Simulation Activities to Improve Students’ Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education*, 7(3), p.1-16.
- Ekstrom, C. T., Sorensen, H. (2015). *Introduction to Statistical Data Analysis for the Life Sciences*. NW: Taylor & Francis Group.

- Frei, F. (2018). *Introdução à Inferência Estatística: aplicações em saúde e biologia*. Brasil, Rio de Janeiro: Interciência.
- Gordon, S. & Nicholas, J. (2010). Teaching with Examples and Statistical Literacy: Views from Teachers in Statistics Service Courses. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics*, 18(1), p. 14–25.
- Gordon, S., Petocz, P. & Reid, A. (2009). What makes a “good” statistics student and a “good” statistics teacher in service courses? *The Mathematics Enthusiast*, 6(1), p. 25-40.
- Hagtvedt, R., Jones, G. T. & Jones, K. (2008). Teaching Confidence Intervals Using Simulation. *Teaching Statistics*, 30(2), p. 53-56.
- Hoekstra, R., Morey, R. D., Rouders, J. N. & Wagenmakers, E. (2014). Robust misinterpretation of confidence intervals. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 1157-1164.
- Hunt, N. & Mashhoudy, H. (2004). Charts in Excel: A series matter. *Teaching Statistics*, 26(2), 49–53.
- Johnson, D. & John, J. (2003). Use of demonstrations and experiments in teaching business statistics. *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, 7(2), 93–103.
- Kalinowski, P. (2010). Identifying misconceptions about confidence intervals. Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics. *IASE, Ljubljana, Slovenia, Refereed paper*, 2010.
- Klahr, D. & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction. *Psychological Science*, 15(10), p. 661– 667.
- Koparan, T. (2015). Difficulties in learning and teaching statistics: teacher views. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(1), p. 94–104.
- Lane, D. M. & Peres, S. C. (2006). Interactive simulations in the teaching of statistics: Promise and Pitfalls. *Proceedings of the Seventh Annual Meeting of the International Conference on the Teaching of Statistics*, Salvador, Brazil, 2006. Recuperado de <<https://www.ruf.rice.edu/~lane/papers/interactive-simulations.pdf>>.
- Le, D. (2013). Bringing Data to Life into an Introductory Statistics Course with GAPMINDER. *Teaching Statistics*, 35(3), p. 14–122.
- Martin, David. (2008). A Spreadsheet Tool for Learning the Multiple Regression F-test, t-tests, and Multicollinearity. *Journal of Statistics Education*, 16(3), 1 – 44.
- Mills, J. D. (2002). Using computer simulation methods to teach statistics: A review of the literature. *Journal of Statistics Education*, 10(1), p. 1-20.
- Murphy, S. J. (2009). *The power of visual learning in secondary mathematics education*. Pearson Education, 2009.
- Mvududu, N. & Kanyongo, G. Y. (2011). Using Real Life Examples to Teach Abstract Statistical Concepts. *Teaching Statistics*, 33(1), p. 12–16.
- Neumann, D., Neumann, M. M. & Hood, M. (2010). The development and evaluation of a survey that makes use of student data to teach statistics. *Journal of Statistics Education*, 18(1), p. 1–19.
- Pfannkuch, M. & Brown, C. M. (1996). Building on and Challenging Students’ Intuitions About Probability: Can We Improve Undergraduate Learning? *Journal of Statistics Education*, 4(1), p. 1–15.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, p. 211–227.
- Serradó, A., Azcárate, P. & Cardeñoso, J. M. (2005). *Randomness in Textbooks: The Influence of the Deterministic Thinking*. Proceedings for the CERME.
- Shi, N. & Tao, J. (2009). Understanding Statistics and Statistics Education: A Chinese Perspective. *Journal of Statistics Education*, 17(3), p. 1–9.

## Apêndice I

Questionário - SITUAÇÃO 2 – Avaliação da Simulação com uso de Planilha Eletrônica.

O que você achou da atividade como um todo - Pesquisa do Tema, Amostragem no Excel, Análise dos dados no Bioestat, Forma com que o trabalho foi proposto e Conclusão - Assinale quantas alternativas desejar.

1. O trabalho como um todo contribuiu para entender os conceitos e técnicas Estatísticas abordadas;
  2. O trabalho como um todo propiciou diversas atividades o que tornou o trabalho mais dinâmico
  3. O tema do trabalho é atual
  4. É possível observar interdisciplinaridade na atividade (Estatística - Biologia - Informática)
  5. Nenhuma das alternativas
- Avaliação sobre a amostragem utilizando a planilha do Excel - Assinale quantas alternativas desejar,
6. As imagens são realistas e ajudam no processo de análise de anomalias
  7. A simulação do Excel apresenta uma versão simplificada da realidade
  8. Utilizando a planilha oferecida, não tive dificuldades para realizar a amostragem
  9. O processo de amostragem utilizando a planilha do Excel não foi demorado
  10. As imagens não são realistas e não ajudam no processo de análise de anomalias
  11. A simulação do Excel não apresenta uma versão simplificada da realidade
  12. Utilizando a planilha oferecida, tive dificuldades para realizar a amostragem
  13. O processo de amostragem utilizando a planilha do Excel foi demorado

## Apêndice II

A construção da planilha de simulação obedece aos seguintes passos:

Passo 1 - Criação de duas planilhas: planilha 1 renomeie para sample e planilha 2 para population.

Na planilha população, na coluna A, linha 1, insira o número 1, linha 2, insira o número 2, e assim sucessivamente, até o último valor da população. Na coluna B, inserir as imagens em cada uma das células.

Na planilha amostra, na célula G5 insira a função RANDBETWEEN. Esta função retorna um número aleatório entre dois números especificados.

=RANDBETWEEN (1;24)

Assim, para o exemplo em pauta, teremos um sorteio aleatório de números entre 1 e 24, ou seja, um número de nossa população de rãs. Essa função está disponível nas versões do Excel 2016, 2010, 2007.

Ainda na planilha sample, com o mouse selecione a coluna H e linha 5 (H5) e amplie essa célula de forma que o

resultado final seja aproximadamente um quadrado. É nessa célula que o sorteio aleatório da população apresentará sua imagem.

Passo 2 - Na planilha população selecione a célula da primeira imagem e acione Copy. Cuidado! Não selecione a imagem em B1 da planilha população, selecione a célula B1 da planilha população. Volte a planilha amostra e na célula H5 selecione Paste e escolha Linked Picture

Passo 3 - Para que a célula H5 receba uma imagem associada ao sorteio aleatório realizado em G5 acione Formulas e Define Name. Em Name, inserir um nome qualquer, por exemplo teacher, e no campo Refer to inserir a fórmula:

```
= index(population!$B$1:$B$24;match(sample!$G$5;population!$A$1:$A$24;0))
```

Na planilha sample, selecione a figura e digite no espaço destinado às fórmulas o nome dado para a fórmula anterior:  
=teacher

Desta forma, é possível extrair uma amostra aleatória das imagens de rãs de nossa população a cada vez que for acionada a tecla F9 (figura 4D).

Passo 4 - Deve-se reduzir a fonte da célula G5 e modificar a cor para que os alunos tenham a visão exclusiva da imagem. Também deve-se ocultar a planilha population, visto que raramente teremos acesso a qualquer população. Para ocultar a planilha population basta selecionar a planilha com o botão direito do mouse e selecionar Hide. Em nossa prática também salvamos a planilha apenas para leitura, o que protege as planilhas e evita alterações indesejáveis. Nossa planilha final teve seu background modificado para um tom azul escuro de forma a realçar a imagem e propiciar um resultado mais agradável aos estudantes.