

PREVISÃO DE MATRÍCULAS EM UMA IES UTILIZANDO SÉRIES TEMPORAIS E A SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Cesar Pandolfi^a, Liane Werner^b, Carla Schwengber ten Caten^c

^a Mestre em Engenharia da Produção. Doutorando pela UFRGS. Faculdade da Serra Gaúcha (FSG).
Cesar.pandolfi@fsg.br

^b Doutora em Engenharia da Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
werner.liane@gmail.com

^c Doutora em Engenharia de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
carlacaten@gmail.com

Informações de Submissão

Autor Correspondente Cesar Pandolfi,
endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366
- Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472.
Recebido em: 10/07/2014
Aceito em: 14/07/2014
Publicado em: 15/07/2014

Palavras-chave

Séries temporais, Monte Carlo,
Matrículas.

Keywords

*Time series, Monte Carlo,
Enrollment.*

Resumo

Este trabalho tem como objetivo estimar a previsão de matrículas em uma IES utilizando séries temporais e a simulação com diferentes cenários. Para atingir os objetivos propostos foi utilizado um método para projeção envolvendo cinco etapas. Aplicou-se o estudo de séries temporais utilizando modelos de decomposição para projeção de matrícula, e posteriormente, através do método de Monte Carlo, realizou-se uma simulação com cinco mil repetições, que compuseram a estimativa de crescimento de matrículas. Também foi realizada uma simulação que obteve a estimativa de decréscimo a partir de percentuais estimados através de grupo focal. Desta forma, utilizou-se uma integração de previsões e observou-se a viabilidade da previsão deste tipo de estudo com a utilização do software Excel®. Como conclusão foi possível verificar que a utilização de modelos de séries de tempo alinhados com o método de simulação de Monte Carlo pode representar uma alternativa atraente para a obtenção de previsões.

Abstract

This study aims to estimate the prediction using IES files in a time series and simulation of different scenarios. To achieve the objectives proposed a method for projection involving five steps was used. Was applied to the study of time series decomposition models using projection of enrollment, and later via the Monte Carlo method, we performed a simulation with five thousand repetitions, who composed the estimated growth in enrollment. A quote we obtained the estimated decrease from estimated through focus percentages group was also held. Thus, we used an integration of projections and observed forecast the feasibility of this type of study using the Excel ® software. In conclusion we found that the use of models of time series aligned with the method of Monte Carlo simulation may represent an attractive alternative for obtaining forecasts.

1 INTRODUÇÃO

O número de serviços, invenções e inovações que os estados, as empresas e, principalmente, a sociedade têm recebido nos últimos vinte anos é crescente. Diante destas mudanças e transformações técnicas e socioeconômicas, é importante ter métodos apropriados para o desenvolvimento das diversas áreas demandadas, inclusive a educacional. A avaliação de procedimentos ou de processos poderá permitir novas ações que aumentem a eficácia e a eficiência destas transformações. Aqui se compreende tanto a avaliação de desempenho como a avaliação de satisfação de produto ou serviço. Neste sentido, a avaliação da gestão institucional permite obter os resultados necessários para identificar e compreender as causas dos acertos e erros nas questões individuais, de equipes ou de divisões, proporcionando as informações que auxiliam na elaboração e revisão do planejamento estratégico (BORTOLOTTI, 2012).

Conforme a população aumenta também cresce a capacidade de consumo por serviços, o que pode ser observado na demanda por serviços educacionais, pois os profissionais necessitam estar com formação adequada às exigências do mercado. Observa-se que neste início de século é marcado pela grande busca à educação, em especial pelo ensino superior que cresce como resultado da necessidade de qualificação profissional (PALÁCIO *et al.*, 2002; MEYER JR.; MURPHY; 2003; MICHAEL, 2004).

Essa área vem enfrentando o desafio da concorrência, que nos últimos anos está cada vez mais disputada. O aumento das matrículas nos sistemas de educação superior que ocorreu em vários países a partir da década de 1960 resultou, para alguns deles, na disseminação de instituições de ensino que atuam em condições inadequadas de infraestrutura e recursos humanos, e cujos projetos curriculares nem sempre atendem às demandas apresentadas pelo processo acelerado de produção e difusão do conhecimento (PEIXOTO, 2008).

O crescimento do setor de ensino passa necessariamente pela competitividade entre as Instituições de Ensino Superior (IES), que buscam formas de se diferenciar através do desenvolvimento de novos métodos de ensino e processos de serviços mais eficazes, com qualidade superior a custos suportáveis. Neste contexto competitivo a gestão da IES ganha importância significativa, pois processos monitorados contribuem para a atração de novos alunos e para a conservação dos já existentes. Assim, este estudo foi elaborado visando contribuir para apresentar um modelo de previsão de matrículas em uma Instituição de Educação Superior e evidencia o seguinte problema de pesquisa, como norteador deste

estudo: “É possível utilizar séries temporais e a simulação de Monte Carlo como método de previsão de matrículas?”,

Com base neste problema, este artigo tem como objetivo principal obter previsões das matrículas em uma IES utilizando séries temporais e a simulação com diferentes cenários, utilizando o método de Monte Carlo. Para atender este objetivo foram realizadas simulações, a partir do histórico de matrículas da IES, dos últimos 14 anos (28 semestres), acrescentando variáveis como crescimento do número de cursos e crise de mercado (diminuindo bolsas de estudos por parte das empresas aos alunos). Para melhor estruturar e atender o objetivo, o estudo está dividido em cinco seções, sendo que a primeira apresenta a introdução, a problemática e o objetivo proposto; a segunda apresenta a revisão bibliográfica acerca de séries temporais e simulação de Monte Carlo; a terceira trata da metodologia adotada para o levantamento dos dados; a quarta apresenta e discute os resultados; e a quinta seção apresenta as conclusões do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico está dividido em duas etapas para atender ao objetivo deste estudo. Apresenta primeiramente uma base teórica sobre séries temporais e posteriormente será abordado a simulação de monte Carlo.

2.1 Séries Temporais

Ao estudar a relação entre variáveis, é de interesse explicar o comportamento de uma variável aleatória com base em sua correlação com alguma variável controlada e ainda descrevê-la com base nos valores da variável de controle, o que permite projetar seu valor com uma acurácia conhecida. Quando a variável a ser estudada relaciona-se com o tempo a série estatística é definida como uma série temporal que se caracteriza por apresentar o tempo como variável de controle, Assim, uma série temporal é um conjunto de dados numéricos obtidos durante períodos regulares ao longo do tempo. Segundo Morretin e Tolo (1987), uma série é um conjunto de observações ordenadas no tempo (não necessariamente igualmente espaçadas), e que apresentam dependência entre instantes de tempo (dependência serial).

A análise de séries temporais permite, entre outros, modelar o fenômeno em questão, obter conclusões em termos estatísticos e avaliar a adequação do modelo em termos de previsão. O pressuposto básico para a análise de séries temporais refere-se ao fato de que os

fatores que já interferiram em padrões de atividade continuem interferindo no presente e no futuro, de forma semelhante. Uma das maneiras de se estudar uma série temporal consiste em decompô-la em cada um de seus fatores básicos, analisar tais fatores separadamente e depois recompô-los a fim de descrever as variações observadas no fenômeno (MILONE, 1995).

Segundo Fonseca *et al*, (1995) as séries temporais são compostas em três partes: a componente tendência; a componente cíclica; a componente sazonal e a componente aleatória.

A componente “tendência”, segundo Fonseca *et al*, (1995), pode ser encarada como parte da série temporal que acusa um movimento regular, através de um período muito longo de tempo, A tendência é identificada por um movimento persistente em alguma direção e é possível descrever tais variações por meio de uma reta ou outra função matemática. Para Milone (1995) a tendência indica a direção geral dos valores estudados, Apresenta um movimentar constante e suave ao longo do tempo de avaliação. É influenciada por muitos fatores, como, por exemplo, a preferência de indivíduos e o crescimento populacional.

Segundo Dowing (2006), a tendência de uma série indica o seu comportamento “de longo prazo”, isto é, se ela sobe, desce, ou permanece estável, e qual a velocidade destas mudanças, Nos casos mais comuns observa-se tendência constante, linear ou quadrática. Existem dois métodos para isolar a tendência, um é usar modelos de regressão linear e o outro consiste em usar uma média móvel para eliminar as outras componentes. Os estudos que envolvam planejamento, em longo prazo, necessitam da avaliação da tendência,

A componente “sazonal”, segundo Dowing (2006), é evidenciada quando os dados são registrados, por exemplo: mensalmente ou bimestralmente, ou seja, em geral quando o intervalo de tempo for inferior a um ano. E para Milone (1995) a sazonalidade é caracterizada pelos movimentos oscilatórios e aproximadamente regulares dos dados em curto prazo (em períodos menores que um ano) em torno da tendência, o que os difere dos ciclos.

A sazonalidade, segundo Dowing (2006), indica a repetição de um padrão na série dentro do período de um ano. Por exemplo, vendas de sorvete são altas no verão e baixas no inverno. O conhecimento dos fatores estacionais (ou sazonais) é útil para previsões em curto prazo. Há diversas maneiras de avaliar índices sazonais segundo Fonseca *et al*, (1995), e o objetivo básico da maior parte dos métodos consiste em obter um “índice sazonal” para cada período (mês, por exemplo), que represente uma porcentagem de sua média.

A componente “cíclica” pode ser entendida como parte da série temporal que apresenta um movimento em torno da tendência ao longo do tempo. Para Milone (1995) ciclos são caracterizados pelos movimentos oscilatórios e aproximadamente regulares dos dados no longo prazo em torno da tendência. É influenciado por muitos fatores, como, por

exemplo, fenômenos naturais e fenômenos socioeconômicos, motivo pelo qual esta componente não é estimada.

A componente “aleatória” refere-se às perturbações ocasionais ou a outros fatores que não se repetem regularmente (FONSECA et al.,1995). O efeito provocado por esta componente, em geral não mensurável, é de curta duração e intensidade variável, podendo não ser percebido ou até mudar a direção das tendências e dos ciclos. De maneira geral e tradicional de analisar uma série temporal é através de sua decomposição nas componentes: tendência, ciclo e sazonalidade.

O método clássico para analisar uma série temporal consiste em decompor a série nos quatro movimentos característicos. A variável dependente Y será função das componentes: T (tendência); C (ciclo); S (sazonalidade); I (variações aleatórias ou irregulares). Com base em Morettin e Tolo (1987) existem duas variantes do modelo clássico que são o aditivo, conforme equação (1) e o multiplicativo, dado pela equação (2).

$$\text{Modelo aditivo:} \quad Y = T + C + S + I \quad (1)$$

$$\text{Modelo Multiplicativo:} \quad Y = T * C * S * I \quad (2)$$

O modelo aditivo admite que as forças dos movimentos cíclicos, sazonal e aleatório operam com efeitos absolutos iguais, independentes da tendência. Já o modelo multiplicativo admite que essas forças atuam proporcionalmente ao nível geral da série.

2,2 Simulação de Monte Carlo

A simulação segundo Winston (1994) é uma técnica que emula a operação de um sistema do mundo real à medida que esse sistema evolui no tempo. Hillier e Liberman (1995) indicam que o primeiro passo para a realização de uma simulação é o desenvolvimento de um modelo que represente o sistema a ser investigado, A construção de um modelo será o ponto principal dessa representação, utilizando-se relações matemáticas, lógicas e simbólicas entre variáveis de interesse (JACOBONI; REGGIANI, 1983).

O método de simulação estocástica mais difundido é o de Monte Carlo, devido, principalmente, ao barateamento dos computadores pessoais que possibilitou a manipulação de uma massa de dados em curto espaço de tempo. O método de Monte Carlo é um processo de operar modelos estatísticos de forma a lidar experimentalmente com variáveis descritas por funções probabilísticas. O objetivo da Simulação de Monte Carlo é descrever as

características possíveis de uma variável dependente Y , depois determinar os possíveis valores das variáveis independentes X_1, X_2, \dots, X_n . Se em qualquer modelo à variável X apresentar variáveis aleatórias, a variável dependente Y também apresentará variáveis aleatórias (DA SILVA, 2004; ANDRADE, 2009).

O método de Monte Carlo é a técnica de simulação que envolve a utilização de números aleatórios e distribuição estocástica de probabilidade. O método baseia-se no fato de que os dados de entrada devem ser gerados de forma aleatória a fim de descrever um comportamento aleatório. Desta forma, permite obter soluções aproximadas para uma grande variedade de problemas estocásticos por intermédio da geração de amostras pseudoaleatórias em computador (ROBERT; CASELLA, 1998).

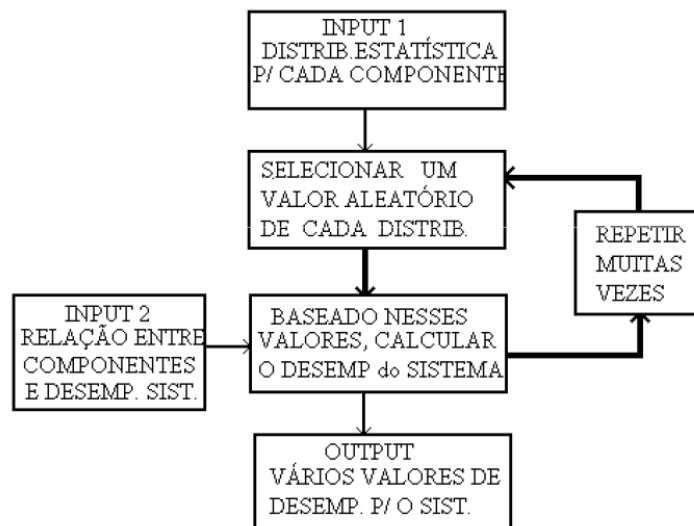


Figura 1: Fluxograma do método de simulação de Monte Carlo.
Fonte: Werner (1996)

Como mostra a figura 1, o procedimento de Monte Carlo é básico, especifica-se a distribuição estatística para cada componente do problema; após seleciona-se valores aleatórios; calcula-se o desempenho do sistema; repete-se a seleção de valores e o cálculo do desempenho do sistema, tantas repetições forem estipuladas (SHAMBLIN; STEVENS, 1974; WERNER, 1996).

Para Escudero (1973) o número de repetições da simulação deve ser o maior possível, levando em consideração o poder de processamento do equipamento a ser utilizado, pois o equilíbrio entre precisão e tempo de computação é uma característica importante das simulações.

3 METODOLOGIA

Neste estudo, é adotado o estudo de caso, como uma estratégia de pesquisa, utilizado de modo exploratório. Segundo Roesch (2007, p.155), estudo de caso “é uma estratégia de pesquisa que busca examinar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto.” De acordo com Yin (2005), o estudo de caso pode ser utilizado de modo exploratório, com o intuito de levantar questões e hipóteses para futuros estudos por meio de dados qualitativos.

A pesquisa em questão é de natureza aplicada, uma vez que foi realizada para elaboração de um modelo de estudo de projeções de matrículas de alunos. A abordagem da pesquisa foi documental, uma vez que a coleta de dados ocorreu através de documentos internos da Instituição, bem como, relatórios que são enviados anualmente ao Ministério da Educação (MEC). Do ponto de vista objetivo a pesquisa também foi exploratória, tendo em vista que procurou determinar a quantidade de alunos matriculados. Do ponto de vista dos procedimentos a pesquisa foi bibliográfica e de campo (MARCONI; LAKATOS, 2008).

A coleta deu-se de forma exploratória através da análise de informações contidas em documentos internos da Instituição e também através de relatórios retirados da página do MEC onde consta a divulgação dos dados referentes as matrículas da Instituição em questão.

A coleta de dados foi realizada contabilizando 14 anos totalizando 28 semestres, após a coleta de dados o estudo foi realizado em 5 etapas: Etapa 1 - realizar estudo do comportamento das matrículas; Etapa 2 - realizar a projeção de matrículas utilizando séries temporais; Etapa 3 - estudar possíveis cenários de mudança para os dois próximos semestres (a) 2 novos cursos e (b) crise econômica, algumas empresas da cidade sede da IES estão demitindo funcionários e cortando bolsas auxílio, o que irá impactar nas matrículas do próximo período; Etapa 4 - analisar as distribuições probabilísticas das matrículas dos semestres anteriores; Etapa 5 – uso da simulação de Monte Carlo para avaliar o comportamento das matrículas, a partir dos 2 cenários propostos: (a) acréscimo de matrículas para 2 cursos novos e (b) chance de crise, observada através de grupo focal com os gestores para o 1º semestre e 2º semestre. Após a realização das cinco etapas foi possível apresentar situações de forma a auxiliar na tomada de decisão, os gestores podem tomar como base para contratação de funcionários ou redução do quadro de funcionários e infraestrutura física.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados das matrículas de uma determinada Instituição de Ensino superior do Rio Grande do Sul, referida por “Instituição A”. O estudo desenvolveu-se a partir da necessidade que os gestores de negócio têm de acompanhar as condições econômicas e de mercado ao longo do tempo. Todo o gerente deve encontrar maneiras de acompanhar os efeitos que as mudanças de mercado impõem na sua organização. Em uma Instituição de Ensino esta realidade não é diferente os gestores devem se adequar as realidades de mercado, desta forma, o estudo visa auxiliar no planejamento de necessidades futuras, por meio da obtenção de previsões da demanda.

Este capítulo visa demonstrar a utilização de métodos quantitativos de previsão baseados em dados históricos (método de previsão de séries temporais), bem como a utilização da simulação de Monte Carlo para possíveis cenários para os semestres que se pretende realizar a previsão.

Etapa 1 - Estudo do comportamento das matrículas

A coleta de dados foi realizada em documentos internos da IES, e também em relatórios que são encaminhados ao Ministério da Educação. Apesar de a Instituição ter treze anos de existência a coleta de dados não é formalizada no que diz respeito às matrículas dos alunos, ou seja, estas informações são fornecidas por um setor somente quando o gestor solicita, Não há a prática formalizada de divulgação destas informações, e quando acontecem, são pontuais demonstrando apenas o semestre em estudo.

De posse dos dados, estes foram organizados em forma de série temporal e após foi elaborado o gráfico para visualizar o comportamento histórico das matrículas. Observa-se pela figura 2 que existe um comportamento crescente das matrículas, também se pode observar uma queda na amostra 20, ocasionada por uma crise econômica.

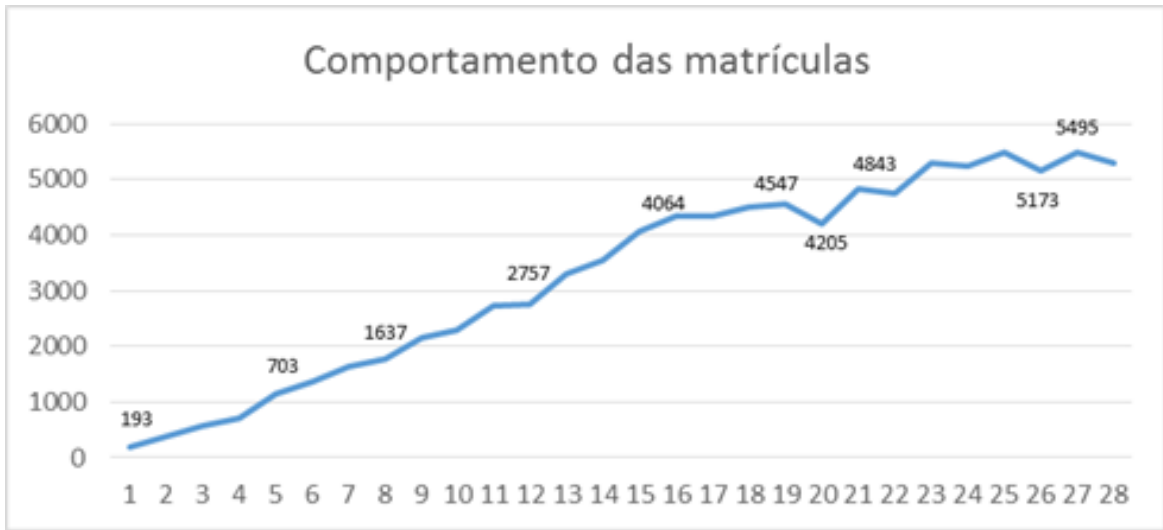


Figura 2 – Comportamento das matrículas
 Fonte: IES

Etapa 2 - Realizar a projeção de matrículas utilizando séries temporais

Nesta etapa o objetivo é realizar a projeção de matrículas partindo dos dados históricos levantados. Após os dados coletados partiu-se para o estudo e definição do modelo a ser utilizado para projeções de matrículas. A análise destes dados tem como objetivo determinar se eles apresentam algum padrão não aleatório, que podem ser usados para realizar previsões.

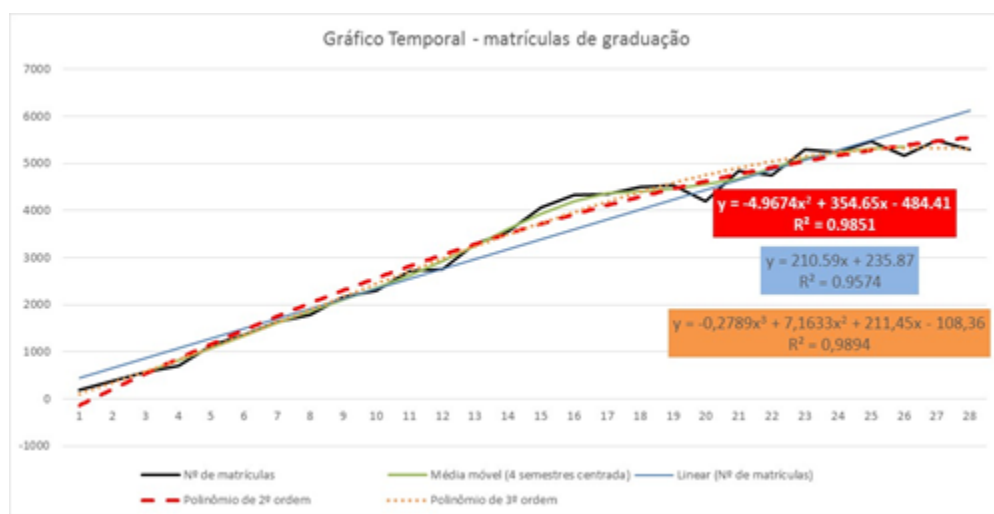


Figura 3 – Representação dos modelos de regressão
 Fonte: Elaborado pelos autores

Destaca-se que este estudo, na Instituição, nunca foi realizado anteriormente, e a análise do modelo não deve ser utilizada de forma isolada. O objetivo é a determinação de um modelo que auxilie a equipe gestora da Instituição na tomada de decisões, principalmente, no que diz respeito à disponibilização de infraestrutura. A figura 3 apresenta curvas de regressão utilizadas onde se pode observar que as curvas polinomiais de 2º e 3º ordem apresentam um R^2 em torno de 0,98 mostrando-se ser mais adequadas para a projeção e passarão por uma averiguação para ver qual modelo traz mais acurácia.

O modelo de decomposição multiplicativo foi técnica para análise da série de tempo utilizada para recomposição da tendência e sazonalidade, pois as forças do movimento sazonal atuam de forma proporcional na série de matrículas. Para obter os índices sazonais de cada período (no caso, os semestres) foram calculadas as médias móveis dos últimos 4 períodos. Os índices sazonais para o 1º semestre e o 2º semestre, respectivamente, são em média 1,0222 e 0,9704 matrículas. A previsão para os próximos dois semestres utilizando os modelos polinomiais encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Previsões utilizado polinômio de 3º ordem e 2º ordem

Período	Semestre	Polinômio de 3º ordem		Polinômio de 2º ordem	
		Projeção	Recomposição	Projeção	Recomposição
29	1	5248,37	5364,90	5622,86	5747,69
30	2	5154,51	5001,90	5684,43	5516,13

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste momento observa-se que as previsões, se consideradas as duas curvas de regressão polinomial, apresentam projeções bem distintas, onde, verifica-se que a projeção com o polinômio de 3º ordem a previsão seria pessimista abaixo da linha de tendência observada nos dados e a projeção com polinômio de 2º ordem otimista, ou seja, acima da linha de tendência observada. Desta forma, para minimizar o erro de previsão, os gestores da IES foram consultados e optaram pela média entre as duas previsões, logo, 5556 matrículas para o primeiro período e 5259 matrículas para o segundo período.

Etapa 3 - Estudo de cenários de mudança para o próximo período

Com o intuito de aprimorar a previsão de matrículas foi realizado um grupo focado com a direção e mantenedores da Instituição a fim de buscar subsídios de possíveis mudanças de cenário que possam alterar o comportamento da série histórica. Assim, identificou-se dois cenários: (a) acréscimo de matrículas devido a implementação de 2 cursos novos; e (b)

decréscimo de matrículas em função de uma possível crise econômica. Desta forma, deve-se estudar, como ocorreu no passado, o comportamento de matrículas com acréscimo de cursos e em momentos de crise, respectivamente etapa 4 e 5.

Etapa 4 - Analisar as distribuições de matrículas dos semestres anteriores

Nesta etapa foram verificados em pontos da série como foi o comportamento de matrículas com matrículas de vestibular. Foi realizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov* para os 12 cursos com maior sequência de dados - ao todo são 16 cursos, porém 4 cursos foram implementados em 2012, tendo poucas observações para análise. O *software* utilizado foi o SPSS® e foram testadas várias distribuições, sendo que a distribuição Normal apresentou os maiores p-valores para todos os cursos, desta forma foi assumido que o comportamento das matrículas dos dois novos cursos segue uma curva normal.

Para o segundo cenário, que é de uma possível crise, leva-se em conta o que foi observado na amostra 20 da série histórica, onde para 9 cursos do estudo houve uma situação de decréscimo, sendo que esta redução era em média de 160,12 matrículas com desvio padrão de 25,62 matrículas.

Etapa 5 – Uso da simulação de Monte Carlo para avaliar o comportamento das matrículas

Para auxiliar na previsão de matrículas do próximo período, o estudo será realizado com base na simulação de Monte Carlo, isto para introduzir os dois cenários elaborados pelo grupo focal na fase qualitativa.

O primeiro passo já foi realizado na etapa 4, que consistiu na identificação de qual distribuição de probabilidade ocorrem nas matrículas. Partindo-se do pressuposto que as matrículas seguem a distribuição normal, o segundo passo é identificar os parâmetros para gerar valores aleatórios de forma a realizar a simulação. Assim, buscou-se cursos com características próximas aos dois que serão implementados e se deseja realizar a simulação de acréscimo de matrículas. Os cursos escolhidos são da mesma área de conhecimento e mesmas características (ambos cursos da área das exatas) então determinou-se a média e o desvio padrão, respectivamente. O curso 1 apresentou média igual a 54,83 matrículas e desvio padrão

de 18,35 matrículas e o curso 2 obteve-se média de 41,83 matrículas e desvio padrão igual a 15,12 matrículas.

Para simulação do acréscimo de matrículas para os dois cursos novos utilizou-se a ferramenta do *software* Excel® de geração de números aleatórios com a distribuição normal. Foram gerados 5000 valores aleatórios, para ambos os cursos, utilizando as estimativas acima descritas.

O próximo passo diz respeito ao decréscimo em função da crise econômica onde também foram gerados 5000 valores aleatórios utilizando como parâmetros as estimativas da média e desvio padrão do decréscimo observado na crise, como já descrito na etapa anterior. Porém diferentemente do acréscimo de matrículas em função dos cursos novos, o decréscimo de matrícula em função de crise não é igualmente provável, desta forma, novamente recorre-se a dados qualitativos obtidos através do grupo focal, onde apontam que chance de diminuição de matrículas em função de crise econômica para o primeiro semestre como sendo de 5% e para o segundo semestre passa a ser de 15%.

A partir destas informações é possível iniciar a simulação, visando obter o número de matrículas do próximo semestre. A previsão de matrículas desejada será a soma da projeção de matrículas realizada pelo modelo de séries temporais (A) acrescido do valor aleatório de matrículas do curso 1(B) e do valor aleatório de matrículas do curso 2 (C), subtraído da parcela referente ao valor aleatório do decréscimo de matrículas em função da crise (D). Esta última parte só será levada em conta se o número aleatório gerado pelo Excel® (entre 0 e 1) for menor do que 0,05 no primeiro semestre (que corresponde aos 5% informado no grupo focal) e menor que 0,15 no segundo semestre, (os 15% indicado pelo grupo focal), caso contrário a projeção só levará em conta os três primeiros valores. A tabela 2 representa a simulação realizada para o primeiro semestre, apresentando parte dos 5000 dados necessários para obtenção da previsão simulada, para o segundo período o processo seguiu de maneira análoga.

Tabela 2 – Simulação de matrículas para o primeiro semestre usando geração de números aleatórios

Repetição	Previsão com séries temporais (A)	Aumento Curso 1 (B)	Aumento Curso 2 (C)	Número aleatório para perda	Perda por crise (D)	Previsão (A+B+C-D)
0001	5556,30	30,78	48,23	0,14	126,54	5635,31
0002	5556,30	47,01	27,58	0,77	149,20	5630,88
0003	5556,30	42,28	36,68	0,10	142,60	5635,25
0004	5556,30	88,71	61,49	0,71	207,42	5706,49
0005	5556,30	76,12	45,82	0,42	189,84	5678,23

0006	5556,30	32,61	20,53	0,97	129,09	5609,43
0007	5556,30	53,93	60,51	0,63	158,87	5670,74
0008	5556,30	67,03	34,84	0,38	177,15	5658,17
0009	5556,30	57,35	27,98	0,12	163,64	5641,63
0010	5556,30	62,77	38,45	0,27	171,21	5657,51
...
5000	5556,30	46,23	48,92	0,50	148,11	5651,45

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a simulação o próximo passo é analisar a distribuição resultante, desta forma foi construído o histograma da previsão para ambos os semestres, onde a figura 3 apresenta os valores simulados para o primeiro semestre e a figura 4 para o segundo semestre. A partir da análise, observa-se que os valores simulados apresentam duas curvas normais em cada semestre, o que corrobora para a construção da previsão onde a primeira curva do histograma apresenta o cenário com crise e a segunda curva do histograma o cenário sem crise.

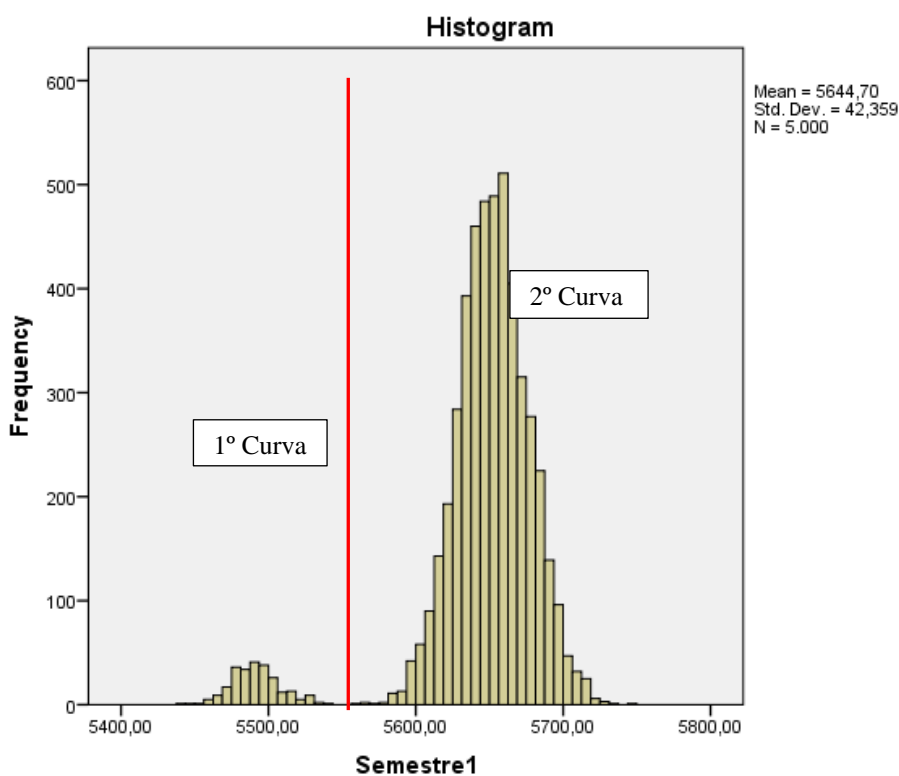


Figura 3 – Histograma dos valores simulados para o primeiro semestre
 Fonte: Elaborado pelos autores

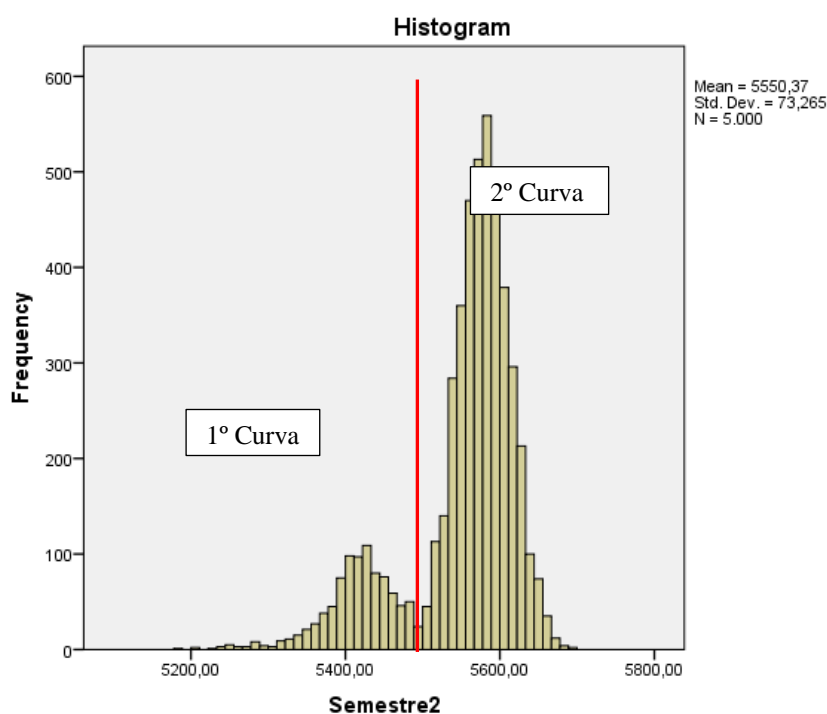


Figura 4 – Histograma dos valores simulados para o segundo semestre
Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que para o primeiro semestre obtém-se uma média de matrículas de 5644,7 com um desvio padrão de 42,36 matrículas. Já para o segundo semestre a média de matrículas fica em 5550,37 matrículas e com desvio padrão de 73,27 matrículas. Destaca-se que no segundo semestre há uma queda de matrículas respeitando a tendência histórica do modelo e também apresenta um desvio padrão maior, uma vez que a chance de perda de alunos por uma eventual crise é superior do que o primeiro semestre, logo uma concentração maior de valores na primeira curva.

Partindo-se destes valores, se pode determinar alguns cenários de matrículas que auxiliam os gestores na tomada de decisão. Desta forma, a tabela 3 apresenta os cenários para tomada de decisão, onde os gestores podem observar cenários de matrícula pessimista, nominal e otimista, estas previsões são obtidas considerando a média das duas curvas dentro de cada semestre. Estes valores auxiliam os gestores na tomada de decisão no que diz respeito a determinar as necessidades de infraestrutura e pessoal técnico necessário para este padrão de comportamento.

Tabela 3 – Cenários para tomada de decisão

Primeiro semestre		Segundo semestre	
Pessimista (média da 1ª curva)	5490	Pessimista (média da 1ª curva)	5420
Nominal (média)	5645	Nominal (média)	5550
Otimista (média da 2ª curva)	5650	Otimista (média da 2ª curva)	5580

Fonte: Elaborado pelos autores

Finaliza-se observando que os valores de média nominal e otimista estão próximos, isto se justifica, pois conforme os dados qualitativos obtidos através do grupo focal, a chance de crise econômica no primeiro semestre era baixa (5%) isto se traduziu nos valores simulados pois a concentração de dados na 1ª curva foi menor. Já para o segundo semestre, que a chance de crise apontada foi de 15%, a concentração foi maior, mas não houve um aumento significativo na diferença das médias nominal e otimista.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo foi realizado em uma instituição de ensino superior localizada no estado do Rio Grande do Sul, que foi denominada ao longo deste estudo como Instituição A. O estudo baseou-se nas matrículas gerais dos cursos de graduação. Apesar de a empresa ter mais de treze anos de existência não possui uma forma implementada para previsão de matrículas.

Vale reforçar que, as condições econômicas e de mercado para todos os tipos de negócio variam ao longo do tempo, e os gestores das empresas devem acompanhar os efeitos que essas mudanças refletem sob suas organizações. No ramo da educação não é diferente, para que uma Instituição seja saudável financeiramente é necessário que a equipe gestora tenha ferramentas que forneçam subsídios para a tomada de decisão (VIDOR; WERNER; MARTINS, 2011).

O presente estudo baseou-se nos dois métodos propostos na literatura, quantitativo nas projeções e simulação e qualitativo através de grupo focal na determinação de cenários para os dois semestres seguintes. O objeto deste estudo foi estudar as matrículas de uma Instituição de Ensino superior, com à aplicação de séries temporais e simulação, para subsidiar a tomada de decisão.

As conclusões deste trabalho estão estruturadas em duas perspectivas distintas. A primeira, conclui sobre a aplicação de séries temporais e simulação e a segunda perspectiva, foca os objetivos do estudo. Foi possível verificar que a utilização de modelos de séries de tempo alinhados com o método de simulação de Monte Carlo pode representar uma

alternativa atraente para a obtenção de previsões, pois a simulação mostrou-se adequada para projeção de cenários diferentes de acréscimo em função de cursos novos e decréscimo em função de uma possível crise.

Quanto aos objetivos do trabalho, a primeira contribuição do estudo foi na conscientização da equipe gestora da importância da coleta de dados, que era realizada pontualmente. Na avaliação da tendência das matrículas, o estudo mostrou-se válido, uma vez que foi determinado um modelo que representa o comportamento das matrículas dos alunos. Desta forma, a utilização de Séries Temporais e a simulação de Monte Carlo para projeções de matrículas é totalmente aplicável, os modelos desenvolvidos, tornam o trabalho dos gestores baseados em números estimados que possibilitam com antecedência de algumas ações como, projeção de estrutura física, aumento de professores, receita e despesas. Vale salientar que, a previsão deve ser dada sempre baseada nos dados históricos, porém reforçada com a análise qualitativa do mercado.

Do estudo realizado, bem como das conclusões obtidas, sugere-se alguns estudos para dar continuidade a este trabalho bem como para ampliar sua abrangência. Destes, destaca-se, a realização de um estudo do comportamento de matrículas por curso e também, realizar um estudo sobre as perdas de alunos, ou seja, analisar a evasão dos alunos por curso.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e técnicas para análise de decisão**, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

BORTOLOTTI, S. L. V.; JUNIOR, F. J. M.; BORNIA, A. C.; JÚNIOR, A. F. S.; ANDRADE, D. F. Avaliação do nível de satisfação de alunos de uma instituição de ensino superior uma aplicação da Teoria da Resposta ao Item, **Gestão & Produção**, São Carlos, v, 19, n, 2, p, 287-302, 2012.

DA SILVA, W. F. **Simulação de Monte Carlo na Projeção de Cenários para Gestão de Custos na Área de Laticínios**, Universidade Federal De Itajubá - Mestrado em Engenharia de Produção Itajubá, 2004.

DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**, São Paulo: Saraiva, 2002.

ESCUADERO, L. F. **La simulación en la empresa**, Bilbao: Ediciones Deusto, 1973.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G. L. **Estatística Aplicada**, São Paulo: Atlas, 1995.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to Operations Research**, 6th ed, New York: McGraw Hill, 1995.

JACOBONI, C.; REGGIANI, L. The Monte Carlo method for the solution of charge transport in semiconductors with applications to covalent materials, **Reviews of Modern Physics**, Vol, 55, No, 3, July 1983.

MARCONI, M, A.LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**, 6ª ed, São Paulo: Atlas, 2008.

MEYER Jr. V.; MURPHY, J. P. **Dinossauros, gazelas e tigres: novas abordagens da administração universitária, um diálogo Brasil EUA**, 2 ed, ampliada, Florianópolis: Insular, 2003.

MICHAEL, S. O. In search of universal principles of higher education management and applicability to Moldavian higher education system, **The International Journal of Educational Management**, v, 18, n, 2, p, 118-137, 2004.

MILONE, G.; ANGELINI, F. **Estatística Aplicada**, São Paulo: Atlas, 1995.

MORRETIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**, 2, ed, São Paulo: Atual Editora, 1987.

PALACIO, A. B.; MENESES, G. D.; PÉREZ, P. J. P. The configuration of the university image and its relationship with the satisfaction of students, **Journal of Educational Administration**, v, 40, n, 5, p, 486-505, 2002.

PEIXOTO, M. C. L. A Avaliação Institucional nas Universidades Federais e as Comissões Próprias de Avaliação, **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v, 14, n,1, p, 9-28, 2009.

ROBERT, C. P.; CASELLA, G. **Monte Carlo Statistical Methods**, Draft version 1,1, 1998,

ROESCH, S. M. A. **Projeto de Estágio e de Pesquisa em Administração: Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertações e Estudos de Caso**, São Paulo: Atlas, 2007.

SHAMBLIN, J. E.; STEVENS, G. T. **Operations research: a fundamental approach**, New York: McGraw-Hill, 1974.

VIDOR, G.; WERNER, L.; MARTINS, V. L. M. Direcionamento de investimentos em instituições de ensino superior baseado em previsão de receita, **Revista Ingepro: Inovação, Gestão e Produção**, v, 3, p, 74-83, 2011.

WERNER, L. **Modelagem dos tempos de falhas ao longo do calendário**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 1996.

WINSTON, W. L. **Operations research: applications and algorithms**, 3rd ed, Belmont: Duxbury Press, 1994.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e método**, 3ª ed, Porto Alegre: Bookman, 2005.