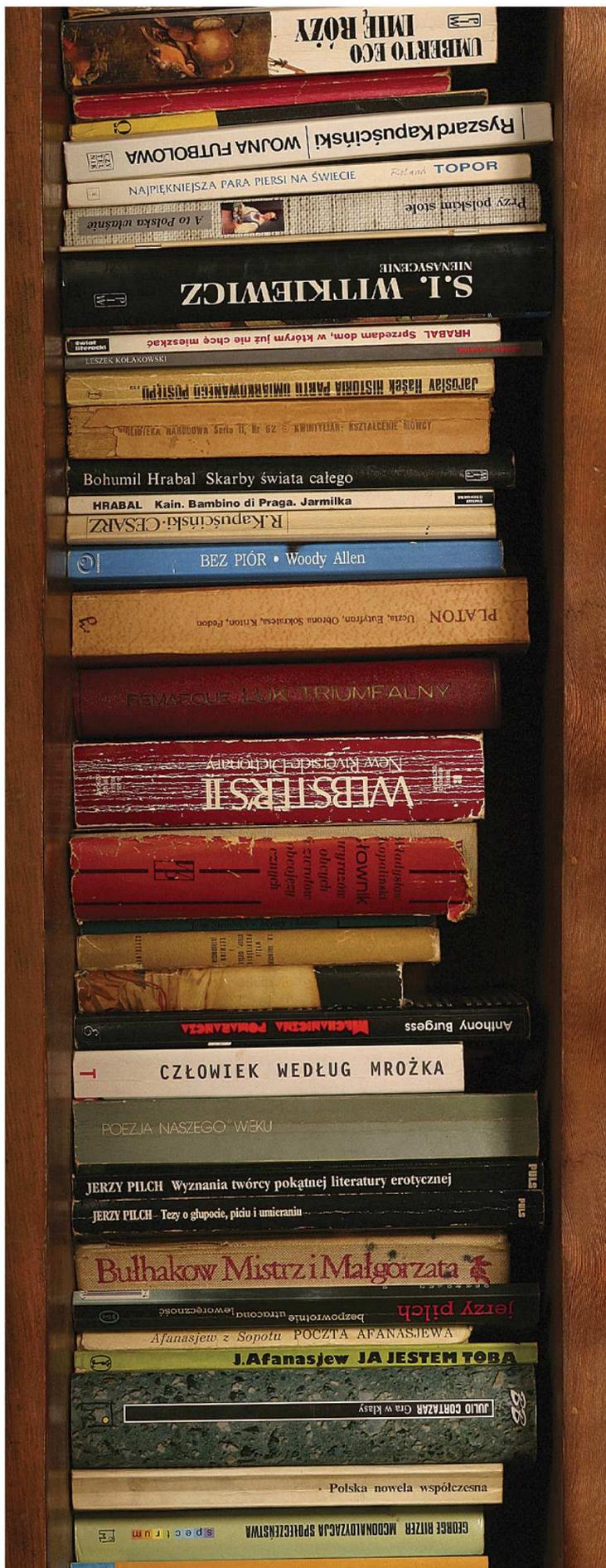


ISSN: 1980-0193

PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS

Revista eletrônica de ciências
sociais aplicadas.

V.2, N.1, 2007



EDITORIAL

Perspectivas Contemporâneas
Faculdade Integrado
Campo Mourão – Paraná – Brasil
Av. Irmãos Pereira, 670, Centro
Fone: 55 44 3523 1982
CEP: 87301-010

Editor Chefe

Patrícia Regina Cenci Queiroz

Editor de Revisão e Correção

Ana Paula Previante Widderski

Editor de Língua Estrangeira

Aparecida da Penha dos Santos
Fernanda Scheibel Bispo

Editor de normalização

Vinicius Ortiz de Camargo

Membro do Conselho Editorial

Luciana Aparecida Bastos

Editor de Layout

Emanuelle Torino

Projeto Gráfico e Edição Final

Emanuelle Torino
Marcos Vinicius Meira
Patrícia Regina Cenci Queiroz

Suporte Técnico

José Leandro Xavier
xavier@grupointegrado.br

Perspectivas Contemporâneas

A revolução tecnológica levou muitos autores a considerá-la como um dos fatores primordiais de competição nas organizações devido às mudanças que gera, fazendo com que os profissionais das áreas estratégicas das organizações tenham que reavaliar constantemente conceitos e estratégias, pois novos ambientes demandam decisões que precisam ser tomadas cada vez mais rapidamente e sob condições de consideráveis incertezas. Diante desse cenário é um prazer fazer a abertura de uma revista científica eletrônica que trata da busca incessante de novas formas de estudos, que alcinham o objeto científico norteadas pelas palavras dos autores que abordam as diversas faces que a área organizacional permite.

Nesse contexto salienta-se, também, que a sábia revolução tecnológica vem contribuindo para que informações cheguem rapidamente ao conhecimento de todos e, sob a referida ótica, a tecnologia da informação surgiu como uma fonte que além da agilidade contribui para que custos sejam diminuídos sem se subtrair a qualidade da informação. Assim, ressalta-se a importância da Revista Perspectiva Contemporânea para a comunidade científica, que é a de transmitir informações de cunho científico à comunidade organizacional e científica.

As diferentes abordagens que abarcam este número da revista permitem analisar qual a perspectiva que se tem da mão-de-obra futura, por meio do estudo que envolve algumas reflexões sobre Brasil e os possíveis impactos do declínio da fecundidade na estrutura etária que podem interferir não somente no mercado de trabalho, mas também afetando até mesmo a questão da migração.

O comprometimento no trabalho, assim como o profissionalismo e os perfis dos profissionais são delineados no decorrer dos artigos abordados no presente número, o que denota ser um exemplar rico, composto de diversas nuances do contexto organizacional, quer seja no âmbito da educação e/ou âmbito da organização de forma geral. Considerando que o Brasil possui uma força de trabalho relativamente jovem, leva alguns estudiosos a assegurarem que o fator comprometimento profissional interfere diretamente nas dimensões do comportamento organizacional, uma vez que, em se tratando de pessoas muito jovens, ainda possuem um futuro a desbravar, conseqüentemente arriscam-se mais e mudam mais de empregos, não tendo tempo para assimilar políticas e até mesmo simples procedimentos das empresas.

Inovar é preciso, pois como bem coloca Drucker na presente década, as grandes mudanças, sobretudo as decorrentes dos impactos sociais oriundos da revolução da informação, serão a prioridade absoluta do executivo nos próximos dez a quinze anos. Assim, tanto os gerentes quanto os demais executivos que compõem as empresas sempre serão submetidos a novos desafios. Daí a necessidade de cada vez contar com o meio científico na produção de novas formas de pensar e agir, para que tais impactos não gerem prejuízos para o mundo organizacional cada vez mais em mutação.

A abordagem multifacetada do presente número visa colaborar constantemente para que o tripé, aliado à tecnologia, seja sempre: a produção científica, a atuação das empresas e também do indivíduo, que é a razão para a existência dessas e que, também, é a mola propulsora que move as organizações e dessa forma jamais podem ser deixados em dimensões esquecidas, pois o que está em jogo atualmente não são mais somente as questões econômicas, mas principalmente as sociais, que podem trazer consigo grandes oportunidades, bem como ameaças de difícil combate.

Aparecida da Penha dos Santos

Editora e Tradutora da Perspectivas Contemporâneas

ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA NA PREDIÇÃO DE ALUNOS EVADIDOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR PRIVADAS*Levi Lopes Teixeira⁽¹⁾**Centro do Ensino Superior de Foz do Iguaçu, Foz do Iguaçu – PR**Celso Carnieri⁽²⁾**UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR***RESUMO**

Este trabalho procura contribuir com as discussões que envolvem o problema da evasão escolar em Instituições de Ensino Superior privadas. Investigou-se variáveis que pudessem discriminar dois grupos, um deles formado por alunos que possuem maiores chances de saírem da Instituição com a titulação; o outro formado por alunos que deixaram a Instituição sem a titulação. Para a classificação de indivíduos em um dos dois grupos, utilizou-se a Função Discriminante Linear de Fisher. Além das variáveis discriminantes, a função classificatória também foi alimentada por escores fatoriais. A pesquisa foi realizada em uma Instituição de Ensino Superior privada de Foz do Iguaçu-PR, de tamanho médio em comparação com outras Instituições da cidade. Variáveis discriminantes, tais como: tempo para estudos e decepção com o curso escolhido, permitiram identificar indivíduos com propensão à desistência.

PALAVRAS-CHAVES: Evasão Escolar; MANOVA; Variáveis Discriminantes; Função Discriminante Linear de Fisher e Lachenbruch.

MULTIFARIOUS STATISTICS APPLIED IN PREDICTION OF ESCAPED STUDENTS FROM PRIVATE HIGHER EDUCATION INSTITUTION**ABSTRACT**

This paper tries to contribute to the discussions which implicate the school evasion problem in the private colleges and universities. It was investigated variables which could discriminate two groups, one of them formed by students who have better chances of leaving the colleges and universities graduated and, the other one, formed by students who left the colleges and universities without graduating. For the individual classification in one of the groups were used the Fisher Linear Discriminating Function. Besides the discriminating variables, the classificatory functions were also fed on factorial scores. The research was performed at one medium size private colleges and universities in Foz do Iguaçu - Pr, compared to other institutions in the city. Discriminating variables, such as: time to study and deception with the chosen course, they allowed identify individuals with propensity to cease.

KEYWORDS: School Evasion; MANOVA; Discriminating Variables; Fisher Linear Discriminating Function and Lachenbruch.

INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, houve no Brasil um aumento significativo no número de Instituições de Ensino Superior (IES) privadas. Particularmente na região de Foz do Iguaçu-PR, que de duas, passou a ter sete, um aumento de 250%. Um aumento desta magnitude implica em distorções, pois há sinais de que o mercado não exigia tal aumento e uma das evidências é a dificuldade na formação de turmas. Muitas IES possuem cursos autorizados pelo MEC, mas que não funcionam devido a não formação de turmas. São várias as estratégias usadas na montagem das turmas iniciais, acarretando, muitas vezes, na matrícula de alunos que não sabem o que estão fazendo naquela IES e naquele curso. Os discentes foram, de certa forma, levados pelas estratégias de *marketing*. Não é prudente condenar as IES privadas, este é um processo natural pela sobrevivência, mas é um procedimento que, quando agressivo, agrava as desistências. Os alunos, em um primeiro momento, colocam-se como possuidores das capacidades necessárias para ingressar naquela instituição e naquele curso. Com o passar dos meses, eles começam a constatar as suas deficiências na formação escolar, certificam-se das dificuldades financeiras, concluem que não têm afinidade com o curso e que a instituição não lhes oferecem elementos que possam convencê-los do contrário. Diante das circunstâncias, a opção mais freqüente é a evasão escolar.

2. ENSINO SUPERIOR NO BRASIL

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) – Censo de 2004 – existem 2.013 instituições de ensino superior no Brasil, sendo 224 públicas e 1.789 privadas. O número de vagas oferecidas nas públicas é de 308.492, já as privadas oferecem um total de 2.011.929, mostrando uma predominância com relação ao número de vagas do ensino superior privado sobre o público. Informa o censo que o número de candidatos inscritos no processo seletivo das instituições públicas é 2.431.388, sendo assim, a relação candidatos por vaga é igual a 7,9 aproximadamente. As instituições privadas tiveram 2.622.604 candidatos inscritos nos vestibulares, ficando a relação candidatos por vaga na ordem de 1,3. O número

de matrículas efetivadas nas públicas é igual a 287.242, isto significa que 93% das vagas ofertadas foram preenchidas. Já nas instituições privadas, o número de ingressos foi de 1.015.868, tendo sido preenchidas 50% das vagas.

Os números mostram a dificuldade das instituições privadas na formação de turmas iniciais, pois apenas 50% das vagas são preenchidas e subtraindo deste número às desistências que ocorrerão nos primeiros períodos, deslumbra-se uma situação no mínimo desconfortável. As IES privadas que sofrem os efeitos desta realidade procuram minimizar custos com prejuízo na qualidade de seus cursos.

Schwartzman (1999) conclui que a crescente demanda por vagas no Ensino Superior está sendo atendida pelo setor privado, já que as públicas estão estagnadas neste quesito. Observa, também, as dificuldades em promover um ensino de qualidade em massa.

Schwartzman (2003) escreve que o crescimento do setor privado é fundamental para o atendimento da demanda e será decisivo para se atingir as metas do Plano Decenal de Educação de prover, até o fim da década, educação superior para pelo menos 30% da população na faixa etária de 18 a 24 anos. Isto porque não se espera investimento significativo do setor público federal e estadual no setor, seja pela crise fiscal por que passam, seja pelas insuficiências ainda existentes no ensino médio e no pré-escolar.

3. EVASÃO ESCOLAR

A evasão escolar é um problema que tem preocupado os profissionais ligados à educação de todo o mundo, mormente no Brasil, onde as mazelas sociais e sistema de ensino deficiente agravam o problema. As razões da evasão escolar são as mais diversas, segundo os estudiosos da área, desde motivos econômicos até os psicológicos.

Baker e Siryk (1989) identificaram quatro dimensões relacionadas à integração do estudante à universidade: (a) o ajustamento acadêmico; (b) o ajustamento relacional social; (c) o ajustamento pessoal-emocional; (d) o comprometimento com a instituição/aderência.

Gaioso (2005) escreve que a maioria dos estudos consultados sobre o referido tema refere-se às causas da evasão. Tais estudos podem ser agrupados, conforme as principais razões apontadas pelos autores, como as responsáveis pela evasão, tais como: a repetência; a desistência do curso em uma IES por haver conquistado nova vaga na mesma ou em outra instituição, através de vestibular; a falta de orientação educacional no ensino médio; o desprestígio da profissão; a (des) motivação e o horário de trabalho incompatível com o do estudo.

A desistência é um fator a ser analisado e minimizado, pois o problema da evasão escolar nas IES privadas não está associado apenas às questões financeiras, no âmbito mais restrito das instituições, mas também à qualidade dos profissionais formados. Diminuir as desistências é um objetivo, mas o uso de estratégias erradas, tais como distribuição de notas - diminuindo as reprovações e em consequência as desistências - provoca a diminuição da qualidade dos cursos e implica na formação de profissionais que não estão preparados para o mercado de trabalho. Novamente voltamos à questão econômica, já que este é um custo que será arcado pela sociedade.

Portanto, fazer a predição de alunos propensos à desistência, com o uso de técnicas de Estatística Multivariada, é uma maneira de oferecer subsídios para a diminuição da evasão escolar - um problema com várias implicações negativas.

4. MANOVA

A análise de variância multivariada (MANOVA) faz a comparação entre médias para diferentes variáveis simultaneamente. Utilizam-se dois passos seqüenciais: no primeiro, testa-se a hipótese de igualdade de médias entre os grupos; no segundo passo, se o resultado do passo anterior for significativo, utilizam-se testes adicionais no sentido de explicar as diferenças entre os grupos.

A hipótese nula de igualdade de médias é testada para um conjunto de p variáveis simultaneamente. A hipótese nula a ser testada na MANOVA é a seguinte:

$$H_0: \underline{\mu}_1 = \underline{\mu}_2 = \dots = \underline{\mu}_g \quad \text{com} \quad \underline{\mu}_j = \begin{bmatrix} \mu_{1j} \\ \mu_{2j} \\ \dots \\ \mu_{pj} \end{bmatrix} \quad j = 1, 2, \dots, g \quad \text{isto é, as médias}$$

populacionais dos g grupos são todas iguais. Onde $\underline{\mu}_1 = \underline{\mu}_2 = \dots = \underline{\mu}_g$ são as médias das populações 1, 2, ..., g .

Para $n = \sum_{i=1}^g n_i$ grande, rejeita-se a hipótese H_0 ao nível de significância α se

$$-\left(n - 1 - \frac{p + g}{2}\right) \cdot \ln\left(\frac{|W|}{|B + W|}\right) > \chi_{p(g-1)}^2(\alpha)$$

$$\text{com} \quad B = \sum_{i=1}^g n_i (\bar{\underline{X}}_i - \bar{\underline{X}}) (\bar{\underline{X}}_i - \bar{\underline{X}})' \quad \text{e} \quad W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (\underline{X}_{ij} - \bar{\underline{X}}_i) (\underline{X}_{ij} - \bar{\underline{X}}_i)'$$

onde: \underline{X}_{ij} = j -ésima observação da i -ésima amostra (ou i -ésimo tratamento)

$\bar{\underline{X}}_i$ = média da i -ésima amostra (ou i -ésimo tratamento)

$\bar{\underline{X}}$ = média global (todas as amostras)

n_i = número de observações da i -ésima amostra

$\chi_{p(g-1)}^2(\alpha)$ = valor proveniente da distribuição qui-quadrado com $p(g-1)$

graus de liberdade e nível de significância α .

5. ANALISE DISCRIMINATE

De acordo com Hair et al (2005), a análise discriminante é aplicável a qualquer pesquisa com o objetivo de entender a pertinência a grupos, seja de indivíduos (p.ex., clientes *versus* não-clientes), empresas (p. ex., lucrativas *versus* não-lucrativas), produtos (p. ex., de sucesso *versus* sem sucesso) ou qualquer outro objeto que possa ser avaliado em uma série de variáveis independentes.

A função discriminante constitui em uma combinação linear de variáveis independentes. Pode-se construir uma função discriminante a partir das

características de dois grupos de indivíduos e com essa função classificar um novo indivíduo em um dos grupos.

Dentro da análise discriminante, um tópico de grande relevância é a Função Discriminante Linear (FDL) de Fisher, apresentada a seguir.

Segundo Johnson; Wichern (1998), a idéia de Fisher foi transformar as observações multivariadas \underline{X} nas observações univariadas Y tal que os Y 's nas populações π_1 e π_2 fossem separadas tanto quanto possível.

A FDL de Fisher é dada pela combinação linear $Y = \underline{a}' \cdot \underline{X}$. Considerando os estimadores S e $\bar{\underline{X}}$ de Σ e $\underline{\mu}$, respectivamente. Onde S e Σ são as matrizes de covariâncias amostral e populacional, respectivamente. O vetor de médias amostral é $\bar{\underline{X}}$ e o populacional é $\underline{\mu}$. A FDL de Fisher estimada para dois grupos é dada por:

$$\hat{Y} = \hat{\underline{a}}' \cdot \underline{X}, \text{ sendo } \hat{\underline{a}}' = (\bar{\underline{X}}_1 - \bar{\underline{X}}_2) S_p^{-1} \quad \text{e} \quad S_p = \frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{n_1 + n_2 - 2}.$$

Onde $\bar{\underline{X}}_1$ e $\bar{\underline{X}}_2$ são os vetores de médias das amostras provenientes das populações 1 e 2. S_1 e S_2 São as matrizes de covariâncias amostrais.

A regra para alocação de uma observação \underline{X}_0 é a seguinte:

- Aloca-se \underline{X}_0 no grupo 1 se:

$$\hat{Y}_0 = \hat{\underline{a}}' \underline{X}_0 \geq m = \frac{1}{2} \hat{\underline{a}}' (\bar{\underline{X}}_1 + \bar{\underline{X}}_2) = \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2}{2}$$

- Aloca-se \underline{X}_0 no grupo 2 se:

$$\hat{Y}_0 < m$$

São dois tipos de erros que podem ocorrer quando se trabalha com duas populações. Quando o elemento amostral pertence à população 1, mas a função discriminante o classifica como sendo da população 2, tem-se o erro tipo 1. Já o erro tipo 2 deriva da classificação de um elemento amostral como sendo da população 1,

quando este é proveniente da população 2. Denominando $p(2/1)$ e $p(1/2)$ as probabilidades de ocorrência dos erros 1 e 2, respectivamente.

O método de Lachenbruch é uma forma de avaliar a eficiência da regra de classificação, estimando as probabilidades $p(2/1)$ e $p(1/2)$. Esta técnica segue os passos apresentados abaixo:

- (1) Escolher um dos grupos (amostras).
- (2) Descartar uma observação do grupo.
- (3) Construir uma função discriminante para as $(n_1 - 1)$ observações restantes do grupo escolhido e para as n_2 observações do segundo grupo, ou seja, para $n_1 - 1 + n_2$ observações.
- (4) Classificar a observação descartada usando a função obtida anteriormente.
- (5) Realocar a observação descartada e repetir os passos 1 e 2 para todas as observações do primeiro grupo.
- (6) Repetir os passos 1 a 5 para o segundo grupo.

$$\text{Pode-se obter então: } \hat{p}(2/1) = \frac{n_{12}}{n_1}, \quad \hat{p}(1/2) = \frac{n_{21}}{n_2} \text{ e } \hat{E}(APER) = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_1 + n_2}$$

que é a proporção total esperada de erro. Sendo n_{12} o número de elementos pertencentes ao grupo de origem 1 e que são classificados pela função discriminante como pertencentes ao grupo 2 e n_{21} o número de elementos de 2 classificados em 1. Desta forma obtém-se uma regra de reconhecimento e classificação construída com as n observações amostrais e testada com todas as referidas observações, mas sempre com a observação em teste fora do ajuste. Isto equivale a ter um grupo com n observações para o ajuste e outro grupo, também de tamanho n , para testar a eficiência do procedimento.

6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA E METODOLOGIA

O projeto foi executado em uma IES da cidade de Foz do Iguaçu-PR, situada no extremo-oeste do Estado, fronteira com Paraguai e Argentina, tendo como divisa os rios Paraná e Iguaçu.

Os dados levantados por esta pesquisa têm por finalidade estudar as características dos elementos formadores de duas populações: uma constituída por

alunos que permanecem na faculdade até a titulação e, a outra, por alunos que deixam a faculdade antes de alcançarem a titulação. Foram levantados dados relativos a sexo, renda familiar, nota no vestibular, nível de instrução dos pais, idade, estado civil e níveis de satisfação com relação ao curso e IES escolhida, objetivando encontrar as variáveis que diferenciam as duas populações para, então, classificar um novo indivíduo em uma delas.

No quadro 1 estão as correspondências entre as perguntas do questionário usado na pesquisa e as respectivas variáveis. A vigésima primeira variável (VAR21) foi extraída dos arquivos da IES pesquisada.

Quadro 1 : Variáveis

Pergunta	Descrição	Variável
1	Qual é o seu sexo?	VAR1
2	Qual é a sua idade?	VAR2
3	Qual é o seu estado civil?	VAR3
4	Com relação a sua moradia?	VAR4
5	Você tem trabalho remunerado?	VAR5
6	Qual é o nível de instrução do seu pai?	VAR6
7	Qual é o nível de instrução da sua mãe?	VAR7
8	Qual é a renda familiar?	VAR8
9	Com relação ao curso escolhido.....	VAR9
10	Onde você fez o ensino médio?	VAR10
11	Em qual turno você fez o ensino médio?	VAR11
12	Indique a sua principal razão na escolha da faculdade.	VAR12
13	Indique o seu principal motivo na escolha do curso.	VAR13
14	Classifique o seu relacionamento afetivo c/ os colegas.	VAR14
15	Qual o seu principal motivo ao fazer um curso superior?	VAR15
16	Indique o nível de satisfação c/ a infra-estrutura da IES.	VAR16
17	Dê sua opinião c/ relação a capacidade dos professores	VAR17
18	Classifique o atendimento oferecido pelos setores da IES	VAR18
19	Indique a sua satisfação c/ relação ao curso escolhido	VAR19
20	Com relação ao tempo destinado aos estudos.....	VAR20
	Nota média no vestibular	VAR21

Fonte: IES

A amostra formada pelos alunos que alcançarão a titulação foi denominada de grupo 1. Para formá-lo, utilizou-se alunos dos últimos quatro períodos de cada

curso. A experiência e estatísticas da IES pesquisada mostram que alunos dos últimos períodos raramente abandonam o curso antes da titulação. Denominou-se a amostra formada pelos ex-alunos, aqueles que se afastam do curso sem a titulação, de grupo 2. Para formar o grupo 2, pesquisaram-se nos arquivos da IES os alunos que cancelaram matrícula, abandonaram o curso, transferiram-se para outra instituição ou trancaram matrícula nos últimos 3 anos. Um dos procedimentos para a coleta de informações foi à consulta ao banco de dados da IES, buscando o cadastro dos alunos e ex-alunos pesquisados. O banco de dados das IES oferece o endereço, o telefone e a nota obtida no vestibular. Numa segunda etapa utilizaram-se os questionários que foram aplicados aos alunos e ex-alunos.

Os alunos foram solicitados a responder o questionário durante o período de aulas em suas respectivas salas. Os elementos do grupo 2 receberam os questionários em suas casas via correio tradicional ou eletrônico e, uma alternativa usada, foi o contato telefônico.

Tendo as amostras construíram-se duas matrizes uma para o grupo 1 ($n_1 \times p$) e outra para o grupo 2 ($n_2 \times p$), sendo $n_1 = 172$, $n_2 = 109$ e $p = 21$, onde n_1 e n_2 representam as observações e p o total de variáveis.

7. VARIÁVEIS DISCRIMINANTES

A partir das informações obtidas por intermédio dos questionários e da MANOVA determinaram-se as variáveis discriminantes. Os testes estatísticos foram executados por um aplicativo desenvolvido no *MATLAB*. Das 21 variáveis obtidas a partir do instrumento de coleta de dados, sete variáveis indicaram diferenças significativas entre os dois grupos, são elas: nota média no vestibular (VAR21), satisfação do aluno ou ex-aluno com relação a infra-estrutura oferecida pela IES (VAR16), satisfação com relação a escolha do curso (VAR19), tempo destinado aos estudos (VAR20), objetivos ao se fazer um curso superior (VAR15), impressões com relação o curso escolhido (VAR9) e a classificação do atendimento oferecido pelos setores da instituição (VAR18). Usando essas variáveis montou-se a FDL de Fisher para classificar novos indivíduos em um dos grupos. Considerando-se as 7 variáveis

discriminantes, montaram-se as matrizes $M1_{172 \times 7}$ e $M2_{109 \times 7}$ com elementos originários dos grupos 1 e 2, respectivamente. M1 e M2 foram divididas de forma a se ter um grupo para treinamento e um outro de controle. Para criá-los utilizou-se a amostragem sistemática iniciando pela primeira linha da matriz (primeira observação) e, a cada 5 linhas (cinco observações), uma era retirada para compor o grupo de controle. Desta forma, conseguiu-se um grupo de controle de alunos com 34 elementos e um grupo de controle de ex-alunos com 21 elementos. Conseqüentemente, os grupos 1 e 2 tiveram uma redução no número de indivíduos, passando para 138 e 88, respectivamente – estes dois últimos foram denominados de grupos de treinamento.

Para determinar da FDL de Fisher e classificar um indivíduo em um dos dois grupos, foram utilizadas as matrizes $x1_{138 \times 7}$, $x2_{88 \times 7}$ (grupos de treinamento) e $x_{cn \times 7}$ (grupo de controle), sendo $n = 34$ para o grupo de controle de alunos e $n = 21$ para ex-alunos. Utilizando-se as matrizes $x1_{138 \times 7}$ e $x2_{88 \times 7}$ e aplicativo desenvolvido no *MATLAB*, obteve-se a FDL de Fisher, apresentada a seguir.

$$y = (0,5934 \quad 0,4823 \quad -1,4537 \quad -0,7235 \quad 1,0263 \quad 0,7653 \quad 0,8888) \begin{pmatrix} \text{VAR9} \\ \text{VAR15} \\ \text{VAR16} \\ \text{VAR18} \\ \text{VAR19} \\ \text{VAR20} \\ \text{VAR21} \end{pmatrix}$$

Sendo a média univariada (y_m) = 4,7763. Desta forma, se $y \geq y_m$, aloca-se a

observação $\begin{pmatrix} \text{VAR9} \\ \text{VAR15} \\ \text{VAR16} \\ \text{VAR18} \\ \text{VAR19} \\ \text{VAR20} \\ \text{VAR21} \end{pmatrix}$ no grupo 1. Caso contrário, aloca-se no grupo 2.

Com a função y obtida a partir dos grupos de treinamento, foi possível classificar os elementos dos grupos de controle, os resultados estão relacionados na tabela 1.

Tabela 1: Classificação dos Elementos dos Grupos de Controle a Partir da FDL de Fisher

		Grupo classificado pela regra		
		1	2	Total
Grupo controle	de 1 (XC _{34x7})	27	7	34
	2 (XC _{21x7})	6	15	21

Fonte: Autor

Ou seja:

- A porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 2, sendo ele de 1 é igual a 21%(7/34).
- A porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 1, sendo ele de 2 é igual a 29%(6/21).

A fim de avaliar a eficiência da função classificatória foi utilizado o método de Lachenbruch. Os resultados obtidos com a classificação dos elementos das matrizes $M1_{172x7}$ e $M2_{109x7}$ estão relacionados na tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos Elementos das Matrizes $M1_{172x7}$ e $M2_{109x7}$ a Partir do Método de Lachenbruch

		Grupo classificado pela regra		
		1	2	Total
Grupo de origem	1 ($M1_{172x7}$)	144	28	172
	2 ($M2_{109x7}$)	19	90	109

Fonte: Autor

Ou seja:

- A porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 2, sendo ele de 1 é igual a 16%(28/172).
- A porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 1, sendo ele de 2 é igual a 17%(19/109).

As porcentagens estimadas pelo método de Lachenbruch são relativamente baixas considerando as características que cercam o problema estudado.

8. ESCORES FATORIAIS

A análise fatorial tem a finalidade de descrever, se possível, as relações de covariância entre diversas variáveis em função de poucas, não observáveis, chamadas de fatores. Com a análise fatorial pode-se resumir um conjunto de variáveis observáveis em um conjunto menor, com uma pequena perda de informações. A partir do momento em que os fatores são identificados, seus valores numéricos, chamados de escores, podem ser utilizados em outras análises, como por exemplo a análise discriminante.

Para o cálculo dos escores fatoriais, utilizou-se o aplicativo computacional *Statistica* com as opções “extração por componentes principais” e “rotação varimax normalizada”.

Para a obtenção do número de fatores, devem-se extrair os autovalores da matriz de dados iniciais a fim de determinar quais os autovalores são mais importantes. O número de fatores será igual ao número de autovalores maiores ou iguais a 1.

O aplicativo foi alimentado com a matriz de dados amostrais, retornando nove autovalores maiores que 1, com variância explicada acumulada igual a 67%.

Desta forma, as 21 variáveis iniciais foram substituídas por 9 fatores. Assim, foram formadas duas matrizes de escores fatoriais ($M_{173 \times 9}$ e $M_{2109 \times 9}$), a primeira representando o grupo de alunos (grupo 1) e a segunda representando o grupo de ex-alunos (grupo 2). A partir destas matrizes foram construídos dois grupos de controle ($x_{C34 \times 9}$ e $x_{C21 \times 9}$) e dois grupos de treinamento ($x_{1138 \times 9}$ e $x_{288 \times 9}$).

Analisando-se a matriz de pesos, obtida a partir da análise fatorial, podem-se distinguir alguns grupos de variáveis com correlações altas entre si, na tabela 3 estão listados os pesos.

Tabela 3: Matriz de Pesos

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9
VAR1	0,014456	0,533181	0,02582	0,133206	-0,32978	-0,1524	0,260128	-0,25506	0,033055
VAR2	0,808322	-0,02276	0,167738	0,117692	-0,03835	-0,08623	0,147058	-0,04057	0,077277
VAR3	0,796409	-0,15477	-0,06122	-0,13082	0,020841	0,031941	-0,019	-0,05225	0,082565
VAR4	0,704123	0,113146	-0,04229	0,007601	-0,15362	-0,16478	-0,1537	0,233218	0,039687
VAR5	-0,16307	0,706639	0,109107	-0,24818	0,11547	0,066896	-0,09123	0,053621	-0,13847
VAR6	-0,34338	0,025562	-0,05752	-0,16621	0,729317	0,021613	0,036849	0,091253	-0,03937
VAR7	-0,40279	0,184666	-0,10713	-0,15864	0,585616	0,003516	0,073629	0,120151	0,14199
VAR8	0,281567	0,071119	0,048955	0,19175	0,735758	-0,04602	0,033457	-0,12823	0,002872
VAR9	0,05875	0,088276	-0,21095	-0,18613	0,041763	0,151424	0,014776	-0,12607	0,755414
VAR10	0,147799	0,037936	0,026617	0,049826	0,274936	0,079112	0,704912	-0,13376	0,065308
VAR11	-0,06846	-0,00638	-0,11798	-0,01397	-0,06584	0,004537	0,794885	0,14445	-0,01587
VAR12	-0,09815	0,227267	-0,13287	-0,04207	-0,03782	0,710921	0,093336	0,211393	-0,00309
VAR13	-0,06829	-0,1094	0,076717	0,053476	0,015861	0,799179	-0,01573	-0,20293	-0,01567
VAR14	0,020998	0,026894	0,058719	0,05631	0,018857	-0,04398	0,046378	0,856085	0,005011
VAR15	0,008863	-0,03573	0,0067	0,901729	-0,03444	0,022416	0,020733	0,043351	-0,00084
VAR16	-0,00618	-0,16687	0,833916	0,036707	0,04977	-0,07294	-0,04723	0,097434	0,14171
VAR17	-0,00374	-0,08861	0,448854	0,107916	-0,06679	-0,01716	0,031674	0,259006	0,557166
VAR18	0,105376	0,145864	0,766619	-0,07378	-0,10482	0,080091	-0,05736	-0,07773	-0,08426
VAR19	0,129958	0,081812	0,247576	0,134401	-0,00307	-0,14757	0,014586	0,041959	0,783747
VAR20	-0,0047	0,777229	-0,16496	0,055823	0,142025	0,038072	0,019307	0,061798	0,23335
VAR21	-0,04847	-0,01251	-0,22286	0,36402	0,221791	-0,05158	-0,25344	0,0897	0,364913

Fonte: Autor

Considerando-se pesos iguais ou superiores a 0,7, observam-se na tabela 3 grupos de variáveis correlacionadas, por exemplo: o fator 1 que pode representar as variáveis 2, 3 e 4 (VAR2, VAR3 e VAR4). Já o fator 2 representa as variáveis 5 e 20 (VAR5 e VAR20) e assim por diante.

Utilizando-se as matrizes $x_{138 \times 9}$ e $x_{288 \times 9}$ (grupos de treinamento) e aplicativo desenvolvido no *MATLAB*, obteve-se a FDL de Fisher, apresentada a seguir:

$$y = (0,5072 \quad 1,8842 \quad -1,7113 \quad 0,6564 \quad 0,1469 \quad -0,4509 \quad 0,2872 \quad -0,2035 \quad 1,1231) \underline{F}'$$

sendo $\underline{F} = (F_1 \quad F_2 \quad \dots \quad F_9)$ o vetor de escores fatoriais e a média univariada (y_m) igual a -0,5234.

Na tabela 4 estão os resultados obtidos com o uso da função y para classificar os indivíduos dos grupos de controle.

Tabela 4: Resultados da FDL Fisher para os grupos de controle - usando-se Escores Fatoriais

		Grupo classificado pela regra		
		1	2	Total
Grupo de controle	1 (XC _{34x9})	29	5	34
	2 (XC _{21x9})	5	16	21

Fonte: Autor.

Ou seja:

- Porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 2, sendo ele de 1 é igual a 14,7%(5/34).
- Porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 1, sendo ele de 2 é igual a 23,8%(5/21).

Usando-se o método de Lachenbruch para os escores fatoriais, obtiveram-se os resultados listados na tabela 5.

Tabela 5: Classificação dos Elementos das Matrizes M_{1172x9} e M_{2109x9} a Partir do Método de Lachenbruch

		Grupo classificado pela regra		
		1	2	Total
Grupo de origem	1 (M _{1172x9})	146	26	172
	2 (M _{2109x9})	19	90	109

Fonte: Autor

Ou seja:

- Porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 2, sendo ele de 1 é igual a 15%(26/172).
- Porcentagem de classificar erradamente um elemento no grupo 1, sendo ele de 2 é igual a 17%(19/109).

9. COMPARANDO OS RESULTADOS

Os resultados obtidos com a classificação de elementos oriundos dos grupos M_{1172xj} e M_{2109xj} (sendo que j pode assumir os valores 7 ou 9), a partir do método de Lachenbruch, foram satisfatórios, seja com a utilização das variáveis discriminantes ou escores fatoriais. Por outro lado, alguns dos resultados obtidos a partir dos grupos de controle, apresentaram grandes diferenças em relação aos obtidos com os

grupos M1 e M2. O quadro 2 resume os resultados obtidos com a classificação de indivíduos provenientes dos grupos de controle.

Quadro 2: Porcentagem de classificação errada - grupos de controle

DADOS	Método	FDL de Fisher
	Classificação errada	
Variável Discriminante	Grupo 2, sendo de 1	21%
	Grupo 1, sendo de 2	29%
Escores Fatoriais	Grupo 2, sendo de 1	14,7%
	Grupo 1, sendo de 2	23,8%

Fonte: Autor

Observando o quadro 2 verifica-se que, ao utilizarem-se escores fatoriais obteve-se melhores resultados. Na classificação dos indivíduos pertencentes ao grupo 1 a porcentagem de acerto foi de 85,3%. Mostrando assim, a possibilidade de prever a quantidade de possíveis alunos desistentes e identificá-los.

10. DISCUSSÕES

Verificou-se, ao longo deste trabalho, a diversidade de técnicas classificatórias oferecidas pela estatística multivariada. Caberá ao pesquisador fazer a escolha daquela que mais se adapta aos dados coletados e objetivos pretendidos. Nesta pesquisa foi utilizada a FDL de Fisher, bastante eficiente quando os seus pressupostos são verificados.

Constataram-se as dificuldades encontradas pela IES estudada para o preenchimento das vagas ofertadas, pois o vestibular de 2006 apresentou 32 opções de cursos de graduação e somente 7 deles receberam matrículas, as quais implicaram em 346 novos alunos. Não se sabe quantas outras IES apresentam situações parecidas, mas, com certeza, a IES pesquisada não é um caso a parte.

As variáveis discriminantes obtidas poderiam ser mais eficientes na discriminação dos dois grupos. O questionário usado não conseguiu captar elementos essenciais na decisão de um acadêmico continuar ou não os seus estudos, como por exemplo: o financeiro e o desagrado com o ensino ofertado pela instituição.

Há cursos na IES pesquisada onde as desistências no primeiro período são da ordem de 40%. Classificar erradamente um elemento que permanecerá no curso entre aqueles que desistirão não é problema, principalmente quando a porcentagem de classificação errada é igual a 14,7%, na estimativa obtida a partir da FDL de Fisher e escores fatoriais. Indiscutivelmente o número de variáveis pode ser aumentado e a forma de captá-las melhorada, de maneira a aumentar o número e a qualidade das variáveis discriminantes.

Os estudos aqui desenvolvidos podem, se usados adequadamente, contribuir com a redução da evasão escolar. A aplicação das regras de classificação junto aos novos alunos da instituição, antecipará o conhecimento dos possíveis desistentes. Assim, a instituição poderá fazer um acompanhamento destes alunos e incentivá-los na participação de programas que visem à redução da evasão escolar. Melhorar currículos na busca da interdisciplinaridade, tornar o curso mais atraente e promover a integração do acadêmico à instituição, conceder descontos na mensalidade, promover a participação do aluno com problemas financeiros em programas de crédito do governo federal, viabilizar as integrações sociais, acadêmicas, cultural e profissional do estudante através da participação em semanas acadêmicas, empresa júnior, programas de iniciação científica e projetos comunitários e oferecer orientação psicológica e vocacional aos que necessitam são medidas que podem ajudar na redução da evasão escolar.

12. REFERÊNCIAS

BAKER, R. W. e SIRYK, B. S. **Student adaptation to college questionnaire: manual**. Los Angeles: Western Psychological Services, 1989.

GAIOSO, N. P. L. **O fenômeno da evasão escolar educação superior no Brasil**. Brasília: UCB, 2005.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. et al. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <www.inep.gov.br>. Acessado em: 07 jul. 2006.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Londres: Prentice-Hall, 1998.

SCHWARTZMAN, J. **O financiamento das instituições de ensino superior no Brasil**. s.l: UNESCO, 2003.

SCHWARTZMAN, S. **O ensino superior no Brasil**. Brasília: INEP, 1999

NOTAS

⁽¹⁾ Licenciado em matemática, especialista em metodologia de ensino pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, especialista em matemática pela UNICENTRO-PR, mestrando em métodos numéricos pela UFPR e docente do Centro de Ensino Superior de Foz do Iguaçu. Endereço para Contato: Rua Cascavel, 30, Jardim Ipê. Cep: 85.869-688. Foz do Iguaçu - PR. E-mail: levilopes@foznet.com.br

⁽²⁾ Docente no Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná. Endereço para Contato: caixa postal: 19002, CEP: 81.531-980, Curitiba - PR. E-mail: celsocarnieri@gmail.com

Enviado: 08/02/2007

Aceito: 01/05/2007

Publicado: 31/05/2007