

# **Diagnóstico do ensino superior aplicando-se técnicas multivariadas**

## **Diagnosis of higher education applying multivariate techniques**

Pedro Hurtado de Mendoza Borges<sup>1</sup>  
Záira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Professor Doutor. Departamento de Solos e Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. E-mail: pborges@ufmt.br

<sup>2</sup> Professora Doutora. Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, MT. E-mail: zaira@ufmt.br

## **RESUMO**      **ABSTRACT**

Neste trabalho, foram elaborados e aplicados três tipos de questionários para avaliar aspectos relacionados com o processo de aprendizagem no ensino superior. Selecionaram-se ao acaso seis disciplinas do curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso. Os estudantes participaram na avaliação de forma anônima e voluntária. Os endereços para o acesso aos questionários foram enviados aos seus respectivos correios eletrônicos. Os itens foram avaliados conforme a escala de Likert, atribuindo-se notas entre 1 (péssimo) e 5 (ótimo). As técnicas multivariadas utilizadas foram análise de agrupamento, componentes principais e análise fatorial. Conclui-se que as principais características do processo de aprendizagem podem ser identificadas por meio de questionários, as técnicas multivariadas possibilitaram sintetizar e interpretar de forma adequada diversos fatores envolvidos no processo de aprendizagem do ensino superior, e a análise multivariada apresentou-se como uma útil ferramenta para subsidiar decisões inerentes ao referido processo.

### **PALAVRAS-CHAVE**

desempenho docente  
processo de aprendizagem  
questionários de avaliação

*Three types of questionnaires to evaluate aspects of the learning process in higher education were developed and implemented. Were selected at random six disciplines of Agronomy course, Faculty of Agronomy, Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso. The students participated in the evaluation anonymously and voluntarily. The links to access the questionnaires were sent to their respectively e-mails. The items were evaluated according to a Likert scale, assigning grades from 1 (bad) to 5 (excellent). As multivariate techniques were used the cluster analysis, principal components and factor analysis. It was conclude that the main characteristics of the learning process can be identified applying the questionnaires, multivariate techniques enabled synthesize and interpret appropriately different factors involved in the learning process in higher education, and the multivariate analysis was presented as a useful tool to support decisions inherent at the referenced process.*

### **KEY WORDS**

*teacher performance  
learning process  
evaluation questionnaires*

# 1 INTRODUÇÃO

A avaliação das Instituições de Ensino Superior tem sido um tema de especial relevância no Brasil e no mundo, a qual procura o aperfeiçoamento do processo de ensino aprendizagem. Esse aperfeiçoamento, sem dúvidas, melhora a qualidade da educação superior e promove a responsabilidade social das Universidades. Nesse sentido, o MEC instituiu em 2004 o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Nesse sistema considera-se o desempenho dos docentes e discentes como um dos pilares básicos, medido principalmente por meio de questionários.

Diversos trabalhos publicados nessa área indicam correlações entre características do curso, do professor e do aproveitamento dos estudantes, baseadas nas respostas obtidas nos questionários (GREENWALD, 1997; ARMSTRONG, 1998; BUCK, 1998; GREENWALD; GILLMORE, 1998; GILLMORE; GREENWALD, 1999; HOWELL; SYMBALUK, 2001). De acordo com Kulik (2001), os estudantes apresentam melhor desempenho com os professores que receberam avaliações satisfatórias nos questionários, e existe elevada correlação positiva entre os resultados de questionários e comentários de estudantes. O referido autor conclui, ainda, que os resultados dos questionários a que os estudantes responderam, têm correlação positiva com a avaliação de observadores externos e com as respostas dos questionários de alunos atuais e formados. Os questionários de avaliação de ensino devem ser capazes de fornecer resultados independentes de qualquer tipo de correlação com fatores externos, não relacionados com o conteúdo da disciplina ou com a capacidade do professor de transmitir aos alunos os itens citados nos objetivos do curso. Deve-se tratar o método de ensino em um universo multidimensional e, portanto, um questionário de avaliação adequado deve ter questões que abordem essa multidisciplinaridade (MARSH, 1987). Nesse sentido, a melhor abordagem é comparar diferentes fatores multidimensionais, avaliados pelo questionário, tanto do professor (clareza, entusiasmo, domínio da matéria, material didático, método de ensino, disponibilidade), quanto do curso (conteúdo, referências bibliográficas, método de avaliação), para traçar correlações entre as diferentes características consideradas e como elas afetam o rendimento dos alunos na disciplina (PRIMI; MORAES, 2005).

Eiszler (2002) sugere que os resultados das avaliações de disciplinas não são muito confiáveis, portanto devem ser usados apenas como base superficial para julgamentos sobre a eficiência de ensino das instituições, em uma escala de três itens: excepcional, adequado ou insuficiente. Entretanto Ory (2001) e Kulik (2001) discordam dessa proposta, devendo-se salientar que nenhum tipo de avaliação é perfeito, e cuidados devem ser tomados no modo como esses resultados serão utilizados. Existem consequências desejadas e indesejadas na aplicação dos resultados obtidos após a análise de um questionário de avaliação de disciplina (ORY, 2001). Conforme esse autor, é desejado que os resultados sirvam para o professor melhorar seu método de ensino e para identificar limitações em professores que recebem avaliações ruins, porém é indesejável utilizar esses resultados para diminuir os padrões de qualidade de uma instituição de ensino.

Marsh e Roche (1997) alertam que se deve obter um número considerável de respostas para que sejam confiáveis os resultados das avaliações dos questionários a que os alunos responderam sobre as disciplinas e professores. Os referidos autores citam que a média das respostas de 50 e 5 (cinco) estudantes gera um nível de confiabilidade de 95% e 60%, respectivamente. Além disso, não se deve confiar em resultados de respostas de questionários de avaliação respondidos por menos de dez alunos ou dois terços da turma, selecionando-se o menor valor entre ambos os critérios (FELDER; BRENT, 2008). Ainda, os autores sugerem utilizar escala de Likert para os itens relacionados à tomada de decisões pessoais e uma lista de opções maior e mais específica para questões voltadas para o aprimoramento da aula e técnicas de ensino do professor, visando aumentar a confiabilidade e eficiência dos questionários de avaliação.

Um outro aspecto relevante no processo de avaliação refere-se ao tratamento adequado das informações contidas nos questionários. Para essa finalidade, Primi e Moraes (2005) sugerem o uso de técnicas estatísticas multivariadas, com ênfase na análise de agrupamento, análise de componentes principais e análise fatorial. Entretanto Gusberti et al. (2012) utilizaram apenas a técnica de análise de agrupamento para avaliar disciplinas pelos discentes de uma universidade pública. De forma geral, os métodos de estatística multivariada são utilizados com o propósito de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno que

está sendo estudado, por meio da construção de índices ou variáveis alternativas que sintetizem a informação original dos dados (MINGOTI, 2005).

Com base na bibliografia consultada, infere-se que os questionários para avaliação de disciplinas e sua respectiva análise por meio de técnicas multivariadas podem influenciar positivamente o processo de aprendizagem. Assim, a elaboração e aplicação de questionários contendo aspectos relacionados com o docente, a disciplina e com os estudantes pode ser uma ferramenta útil e viável para obter subsídios que possibilitem melhorar a qualidade no ensino superior. Essa problemática motivou a realização do presente trabalho, que teve como objetivo aplicar técnicas multivariadas aos resultados obtidos na aplicação dos questionários de avaliação do processo ensino aprendizagem.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi realizada na Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ), Universidade Federal de Mato Grosso, após a culminação do Primeiro Semestre de 2014 (2014/1). Os alunos de seis (6) disciplinas foram convidados por meio de correio eletrônico a participar na avaliação de forma anônima e voluntária. As disciplinas foram selecionadas ao acaso pelos autores, e os nomes dos participantes não serão revelados neste trabalho, sendo apenas identificadas pelas letras A, B, C, D, E e F. A mensagem enviada aos estudantes continha os endereços necessários para o acesso aos questionários, de modo a simplificar e facilitar a sua participação.

Com base nas diretrizes de avaliação do Ministério da Educação (MEC/SINAES, 2004) e nos trabalhos desenvolvidos por Primi e Moraes (2005), Santoro et al. (2012), foram elaborados e disponibilizados por meio das ferramentas do navegador de internet “google” três formulários para avaliar o professor, a disciplina e o estudante.

1. Os 10 (dez) itens contidos no questionário para avaliar o Professor foram: Você considera o plano de ensino apresentado pelo Professor como:
2. Você considera o domínio dos conteúdos ministrados pelo Professor como:
3. Você considera a atualização do Professor como:

4. Você considera a pontualidade e assiduidade do Professor como:
5. Você considera a didática do Professor como:
6. Você considera o uso dos recursos audiovisuais pelo Professor como:
7. Você considera a utilização de exemplos ilustrativos pelo Professor como:
8. Você considera a disponibilidade do Professor para esclarecimentos de dúvidas como:
9. Você considera o estímulo do Professor à participação dos estudantes nas aulas como:
10. Você considera o relacionamento do Professor com os estudantes como:

O questionário para avaliar a disciplina foi composto pelos 5 (cinco) itens seguintes:

1. Você considera a sequência e organização dos conteúdos da disciplina como:
2. Você considera a relação entre o conteúdo da disciplina e as avaliações como:
3. Você considera o material didático disponível para a disciplina como:
4. Você considera a sua aprendizagem decorrente da disciplina como:
5. Você considera a compatibilidade da disciplina com o curso como:

Os 5 (cinco) aspectos considerados no questionário destinado aos discentes foram:

1. Você considera a sua pontualidade e assiduidade às aulas como:
2. Você considera a sua dedicação à disciplina como:
3. Você considera a sua satisfação com a disciplina dentro do curso como:
4. Você considera a sua atitude durante as aulas como:
5. Você considera o seu desempenho na disciplina como:

Em cada questionário, também, foi reservado um espaço opcional para comentários adicionais. Assim, o estudante poderia digitar críticas e/ou sugestões que poderiam contribuir para o aperfeiçoamento do Professor e da disciplina, bem como para elevar a motivação dos

estudantes pelas disciplinas selecionadas neste estudo. Esse espaço foi considerado com o propósito de conhecer a opinião do estudante de forma mais espontânea, visando modificar e/ou incluir novos itens em futuros trabalhos.

Os grupos de variáveis definidas, conforme o tipo de questionário, foram os seguintes:

QP01 até QP10: Variáveis para identificar as 10 perguntas sobre o professor;

QD01 até QD05: Variáveis para representar as 5 perguntas sobre a disciplina;

QE01 até QE05: Variáveis para caracterizar as 5 perguntas sobre o estudante.

Para avaliar cada item, utilizou-se a escala de Likert, atribuindo-se um valor numérico de 1 a 5, conforme sugerido por Felder e Brent (2008). Assim, a pontuação variou entre 1 (péssimo), 2 (ruim), 3 (regular), 4 (bom) e 5 (ótimo). A análise dos dados iniciou-se com a verificação do grau de confiabilidade da pesquisa e a determinação das principais estatísticas descritivas univariadas. Em seguida, aplicaram-se as técnicas multivariadas: análise de agrupamento ou conglomerados (AC “*cluster*”), análise de componentes principais (ACP) e análise fatorial (AF). No processamento analítico e gráfico dos dados, utilizaram-se a planilha eletrônica EXCEL da Microsoft e o aplicativo STATISTICA desenvolvido pela Statsoft.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de cada disciplina referentes ao número de estudantes matriculados e que responderam aos questionários podem ser constatados na Tabela 1. Nessa Tabela, pode-se observar que a participação dos estudantes foi superior a 75% na maioria das disciplinas, sendo considerada como satisfatória, uma vez que o semestre tinha terminado e a pesquisa foi realizada de forma anônima e voluntária. Esse resultado classifica-se como confiável, pois todos os questionários foram respondidos por mais de dez alunos e a porcentagem de participação foi superior a 66%, isto é, dois terços do total (FELDER; BRENT, 2008).

**Tabela 1** – Número de estudantes matriculados e participantes em cada disciplina.

Disciplina	Estudantes		Porcentagem
	Matriculados	Participantes	
A	22	18	81,82
B	22	17	77,27
C	21	18	85,71
D	20	16	80,00
E	32	23	71,88
F	28	22	78,57
Totais	145	114	78,62

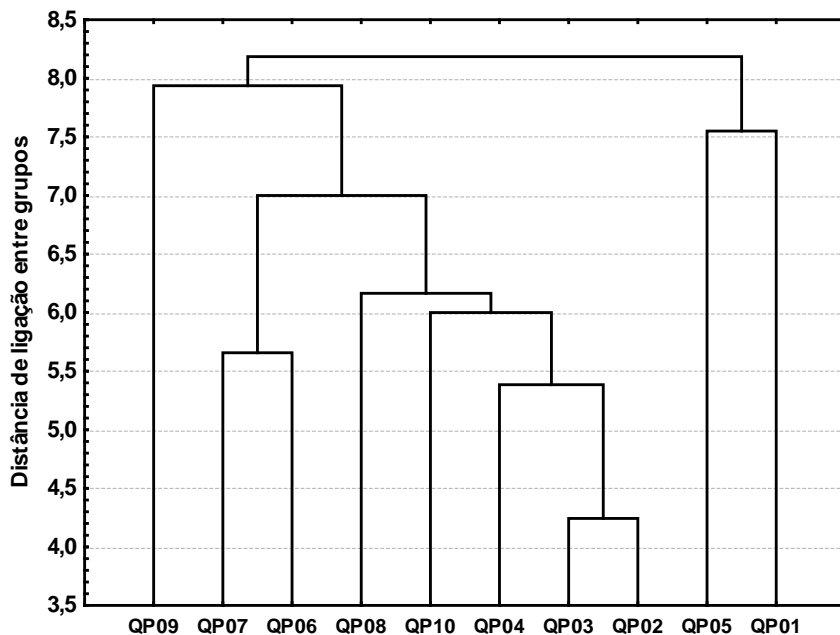
Na Tabela 2, apresentam-se as estatísticas descritivas das variáveis estudadas. Nessa Tabela, pode-se verificar que 75% dos itens foram avaliados entre 3 (regular) e 5 (ótimo), 20% entre 2 (ruim) e 5 (ótimo) e apenas 5% entre 1 (péssimo) e 5 (ótimo) e que também, a maioria dos itens obtiveram valores médios entre 4 (bom) e 5 (ótimo). Considerando-se o desvio padrão, a pontualidade e assiduidade dos estudantes (QE01) revelou a maior dispersão entre as respostas. Esse aspecto, também, pode ser confirmado pelo elevado coeficiente de variação que indica uma clara tendência da falta de compromisso de muitos alunos. Pela própria Tabela, deduz-se que os maiores problemas concentram-se na didática do professor (QP05), pontualidade e assiduidade dos estudantes (QE01), dedicação à disciplina (QE02) e como resultado o desempenho dos alunos (QE05).



**Tabela 2** – Estatísticas descritivas das variáveis analisadas.

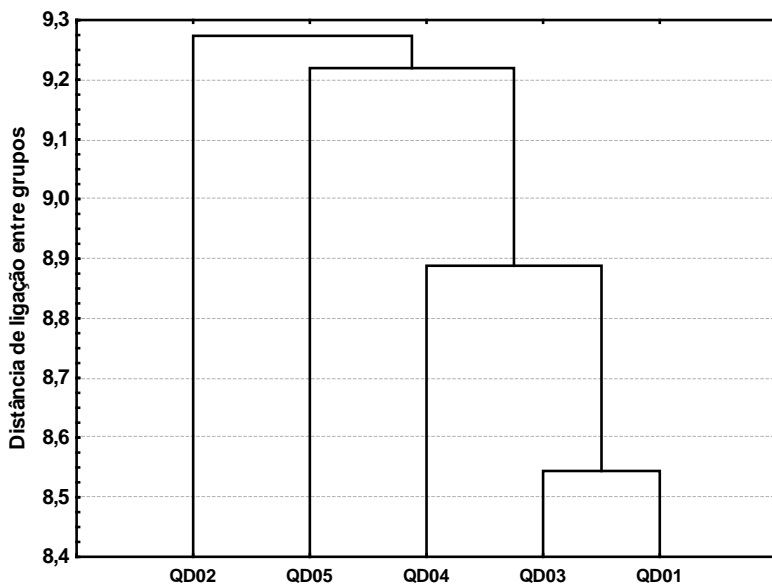
Variável	Número de Estudantes	Valores extremos		Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
		Mínimo	Máximo			
QP01	114	3	5	4,22	0,69	16,31
QP02	114	4	5	4,74	0,44	9,34
QP03	114	4	5	4,68	0,47	9,97
QP04	114	3	5	4,83	0,40	8,22
QP05	114	2	5	3,96	0,88	22,24
QP06	114	3	5	4,39	0,70	15,91
QP07	114	3	5	4,43	0,59	13,42
QP08	114	3	5	4,56	0,70	15,44
QP09	114	3	5	4,22	0,80	18,86
QP10	114	3	5	4,65	0,62	13,42
QD01	114	3	5	4,42	0,56	12,66
QD02	114	2	5	4,52	0,72	15,91
QD03	114	3	5	4,35	0,66	15,05
QD04	114	3	5	4,00	0,68	16,94
QD05	114	3	5	4,39	0,66	15,08
QE01	114	1	5	3,68	1,29	35,09
QE02	114	2	5	3,84	0,68	17,77
QE03	114	2	5	4,10	0,82	20,11
QE04	114	3	5	4,00	0,68	16,94
QE05	114	3	5	3,97	0,75	18,80

Na Figura 1, apresenta-se o dendograma com as variáveis referentes ao questionário do professor, conforme o método de ligação simples e a distância euclidiana. Nessa Figura, pode-se identificar a formação de três grupos (“cluster”) principais. O grupo com maior quantidade de variáveis (QP02, QP03, QP04, QP06, QP07, QP08, QP10) caracteriza o preparo, o comportamento e a dedicação do professor. Já, o segundo grupo, com duas variáveis (QP01, QP05), representa os aspectos metodológicos, e o terceiro, com apenas uma variável (QP09), leva em consideração a interação do estudante na disciplina. Esses resultados revelam que os professores devem aprimorar mais os seus planos de ensino e aspectos didáticos.

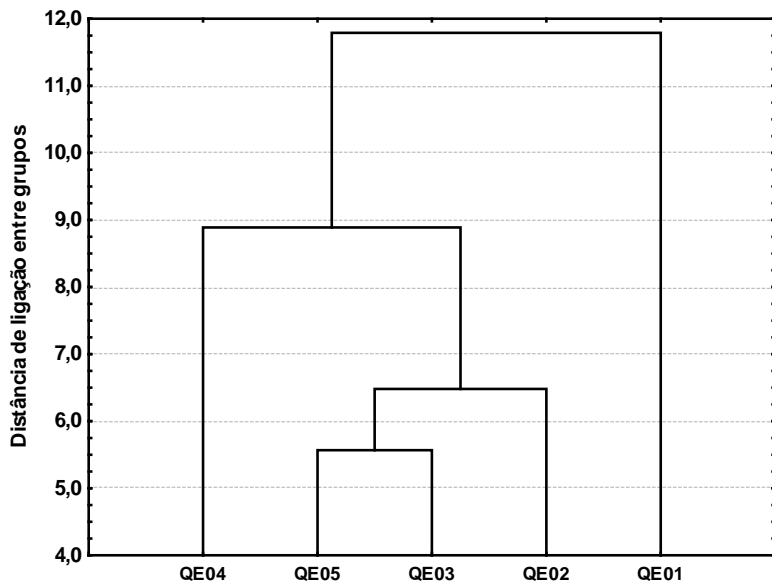


**Figura 1** – Dendograma para as variáveis contidas no questionário do professor.

Os dendogramas correspondentes aos questionários da disciplina e dos discentes podem ser observados nas Figuras 2 e 3. Conforme a Figura 2, podem ser definidos três grupos para representar as variáveis do questionário sobre a disciplina, a saber: o primeiro com três (QD01, QD03 e QD04), o segundo com uma (QD05) e o terceiro, também, com uma (QD02). Analisando-se a Figura 3, sugere-se a formação de dois grupos, o primeiro com as variáveis (QE02, QE03, QE04, QE05) e o segundo apenas com a variável (QE01).



**Figura 2** – Dendrograma para as variáveis contidas no questionário da disciplina.



**Figura 3** – Dendrograma para as variáveis contidas no questionário do estudante.

Na Figura 2, constata-se que o primeiro grupo tem estreita relação com os aspectos didáticos e metodológicos do professor, acentuando-se a necessidade de aperfeiçoamento dos planos e da metodologia de ensino. Pode-se verificar, ainda, que o primeiro e o segundo grupo de variáveis do questionário dos estudantes identificam, respectivamente, o seu interesse e a sua responsabilidade (Figura 3). Com base nas Figuras 1, 2 e 3 pode-se afirmar que a técnica de análise de agrupamento (“cluster”) foi eficiente para discriminar as principais características dos professores, disciplinas e estudantes. Essa técnica mostrou-se adequada para indicar as relações entre as variáveis estudadas. Assim, considera-se que esse procedimento poderia subsidiar a elaboração de metas para o aperfeiçoamento dos professores e suas disciplinas, o que, sem dúvidas, melhoraria a qualidade do ensino e, conseqüentemente, o desempenho dos estudantes.

Por meio da análise de componentes principais, foram determinados os autovalores e a proporção de variância explicada para o questionário do professor, mensurados de forma individual e acumulada (Tabela 3). Nessa Tabela, pode-se observar que os três primeiros autovalores representam mais de 70% da variância total. Portanto, os dados podem ser resumidos pelos três primeiros componentes principais. Esse resultado pode ser obtido, também, aplicando-se o critério de Kaiser, isto é, incluir somente aqueles componentes cujos autovalores são superiores a 1 (KAISER, 1958). Assim, as variâncias explicadas pelos três primeiros componentes principais são 47,21%, 14,31% e 10,75%, respectivamente.

**Tabela 3** – Autovalores e proporção de variância explicada por cada componente para o questionário do professor.

Componentes	Autovalores		Porcentagem de variância (%)	
	Individual	Acumulado	Individual	Acumulada
1	4,72	4,72	47,21	47,21
2	1,43	6,15	14,31	61,52
3	1,07	7,23	10,75	72,27
4	0,76	7,98	7,58	79,85
5	0,62	8,61	6,23	86,07
6	0,47	9,08	4,72	90,79
7	0,35	9,43	3,46	94,25
8	0,26	9,69	2,60	96,85
9	0,21	9,89	2,06	98,91
10	0,11	10,00	1,09	100,00

As correlações dos três componentes principais selecionados com as respectivas variáveis originais são dadas na Tabela 4. Nessa Tabela, pode-se constatar que o primeiro componente está correlacionado, principalmente, com as variáveis originais QP02, QP03, QP05, QP08, QP09 e QP10. Já, o segundo componente apresentou correlação com as variáveis QP06 e QP07. Entretanto o terceiro componente evidenciou pouca correlação com as variáveis originais. Assim, pode-se afirmar que o domínio dos conteúdos, a atualização, a didática, a disponibilidade para esclarecimento de dúvidas, o estímulo à participação nas aulas e o relacionamento tiveram maior influência nas características do professor. Esses resultados concordam com os fatores multidimensionais contidos na abordagem realizada por Primi e Moraes (2005).

**Tabela 4** – Correlação entre os três componentes principais e as variáveis originais para o questionário do professor.

Variável Original	Componente principal		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
QP01	-0,58	0,40	-0,60
QP02	-0,72	0,29	0,20
QP03	-0,72	0,22	0,36
QP04	-0,61	-0,06	0,16
QP05	-0,72	0,13	-0,54
QP06	-0,49	-0,70	-0,25
QP07	-0,52	-0,78	-0,02
QP08	-0,81	-0,08	0,37
QP09	-0,86	0,02	-0,05
QP10	-0,75	0,18	0,14

Na Tabela 5, apresentam-se os autovalores e a proporção de variância correspondente ao questionário da disciplina, mensurados de forma individual e acumulada. Nessa Tabela, verifica-se que os três primeiros autovalores podem explicar mais de 70% da variância total. Assim, as informações das cinco variáveis utilizadas no questionário podem ser resumidas por meio de três componentes principais, o que reduz a dimensionalidade dos dados. Pode-se observar, ainda, que as variâncias individuais desses componentes são, respectivamente, 32,85%, 26,34 e 17,01% (Tabela 5).

**Tabela 5** – Autovalores e proporção de variância explicada por cada componente para o questionário da disciplina.

Componentes	Autovalores		Porcentagem de variância (%)	
	Individual	Acumulado	Individual	Acumulada
1	1,64	1,64	32,85	32,85
2	1,32	2,96	26,34	59,19
3	0,85	3,81	17,01	76,20
4	0,70	4,51	14,07	90,27
5	0,49	5,00	9,73	100,00

A correlação entre as variáveis originais e os três componentes principais obtidos para o questionário da disciplina pode ser observada na Tabela 6. Conforme essa Tabela, a referida correlação foi fraca, pois os coeficientes de correlação maiores do que 0,70 foram constatados apenas no segundo e terceiro componentes principal, os quais representam menor variância individual. Entretanto deduz-se que as variáveis de maior importância foram a sequência e organização dos conteúdos, bem como aprendizagem durante o curso, uma vez que esses itens do questionário tiveram a maior correlação com o primeiro componente principal. Já o material didático, a compatibilidade da disciplina com o curso e a relação entre o conteúdo lecionado e as avaliações revelaram dependência com o segundo e o terceiro componentes principais, considerando-se, portanto, as variáveis de menor importância (Tabela 6).

**Tabela 6** – Correlação entre os três componentes principais e as variáveis originais para o questionário da disciplina.

Variável Original	Componente principal		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
QD01	-0,55	-0,04	0,37
QD02	-0,50	-0,18	-0,74
QD03	-0,28	-0,59	0,50
QD04	-0,58	0,26	-0,04
QD05	-0,18	0,74	0,26

Os autovalores e a proporção de variância correspondente ao questionário do estudante, mensurados de forma individual e acumulada, e podem ser constatados na Tabela 7. De acordo com essa Tabela, pode-se afirmar que os dois primeiros autovalores podem explicar mais de 70% da variância total. Logo, as informações das cinco variáveis contidas no questionário referente ao estudante podem ser resumidas por meio de dois componentes principais, reduzindo-se, portanto, a dimensionalidade dos dados. Nota-se, ainda, que somente o primeiro componente principal detém mais de 50% da variação total, e que as variâncias individuais desses componentes são, respectivamente, 53,69% e 22,07% (Tabela 7).

**Tabela 7** – Autovalores e proporção de variância explicada por cada componente para o questionário do estudante.

Componentes	Autovalores		Porcentagem de variância (%)	
	Individual	Acumulado	Individual	Acumulada
1	2,68	2,68	53,69	53,69
2	1,10	3,79	22,07	75,76
3	0,83	4,62	16,61	92,37
4	0,23	4,85	4,60	96,97
5	0,15	5,00	3,03	100,00

Na Tabela 8, apresentam-se os coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os dois componentes principais obtidos para o questionário do estudante. De acordo com essa Tabela, a referida correlação foi fraca, pois apenas um coeficiente foi superior a 0,7, pertencendo este ao segundo componente principal que detém a menor variação entre os dois. Porém pode-se afirmar que as variáveis com maior influência foram a dedicação à disciplina, a satisfação com a disciplina dentro do curso e o desempenho na disciplina, pois esses itens apresentaram a maior correlação com o primeiro componente principal. Já a pontualidade e a assiduidade dos estudantes às aulas manifestaram-se como um aspecto importante a ser tratado, considerando-se a elevada correlação com o segundo componente principal.

**Tabela 8** – Correlação entre os três componentes principais e as variáveis originais para o questionário do estudante.

Variável Original	Componente principal		
	Primeiro	Segundo	Terceiro
QE01	-0,22	0,73	0,57
QE02	-0,53	0,30	-0,14
QE03	-0,54	-0,11	-0,29
QE04	-0,25	-0,58	0,74
QE05	-0,56	-0,20	-0,13

Com base na análise fatorial conjunta, conforme o critério varimax, para todas as variáveis contidas nos três questionários foram obtidos os autovalores e a porcentagem de variância individual e acumulada para os dez primeiros componentes principais (Tabela 9). Esses resultados sugerem que os seis primeiros componentes principais explicam mais de 70% da variação total. Resultado semelhante pode ser obtido, também, aplicando-se o critério de Kaiser de incluir somente aqueles componentes cujos autovalores são superiores a 1 (KAISER,1958). Isto significa que as informações correspondentes aos 20 itens contidos nos três questionários podem ser sintetizadas por meio de seis componentes principais (Tabela 9).

**Tabela 9** – Autovalores e proporção de variância explicada para os dez primeiros componentes principais correspondentes a todos os questionários.

Componentes	Autovalores		Porcentagem de variância (%)	
	Individual	Acumulado	Individual	Acumulada
1	6,16	6,16	30,79	30,79
2	2,70	8,86	13,49	44,28
3	1,93	10,79	9,63	53,91
4	1,42	12,21	7,12	61,03
5	1,10	13,31	5,49	66,52
6	1,07	14,38	5,37	71,89
7	0,94	15,32	4,70	76,59
8	0,80	16,12	4,01	80,60
9	0,78	16,90	3,91	84,51
10	0,68	17,58	3,39	87,90

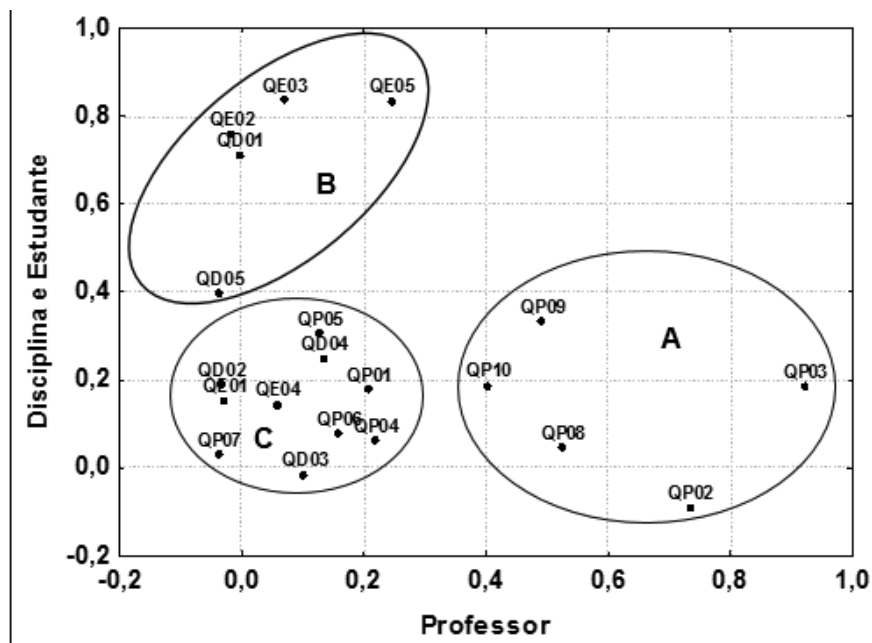


Na Tabela 10, apresenta-se a carga fatorial dos seis componentes principais para todas as variáveis originais. Nessa Tabela, pode-se verificar que o domínio dos conteúdos (QP02) e atualização do professor (QP03), bem como a dedicação à disciplina (QE02), a satisfação com a disciplina dentro do curso (QE03) e o desempenho (QE05) foram as variáveis mais influentes, pois evidenciaram elevada correlação com os dois primeiros componentes principais. Esses resultados indicam que os questionários são muito úteis para identificar aspectos relevantes do processo de aprendizagem, tais como domínio dos conteúdos pelo professor e a sua atualização, corroborando-se as afirmações de Ory (2001) sobre a importância dos questionários para aprimorar o método de ensino dos professores e caracterizar a suas limitações.

**Tabela 10** – Carga fatorial dos seis componentes principais para as variáveis originais.

Variável Original	Componente principal					
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	Quinto	Sexto
QP01	0,20	0,14	0,03	-0,06	<b>0,88</b>	0,07
QP02	<b>0,71</b>	-0,09	0,04	-0,04	0,37	-0,10
QP03	<b>0,92</b>	0,19	0,10	-0,03	0,06	0,01
QP04	0,20	0,06	0,13	-0,11	0,15	0,09
QP05	0,11	0,29	0,18	0,10	<b>0,77</b>	-0,01
QP06	0,17	0,04	<b>0,94</b>	-0,05	0,11	-0,03
QP07	-0,06	0,05	<b>0,79</b>	0,18	-0,02	-0,08
QP08	0,48	0,09	0,20	0,23	0,09	-0,03
QP09	0,45	0,19	0,27	-0,05	0,32	0,05
QP10	0,35	0,21	0,05	0,01	0,21	0,17
QD01	-0,01	0,32	0,11	0,11	0,15	0,11
QD02	-0,04	0,14	0,07	<b>0,95</b>	-0,01	-0,03
QD03	0,10	-0,06	0,08	0,05	0,03	-0,04
QD04	0,14	0,19	<b>0,56</b>	0,34	0,19	-0,04
QD05	-0,05	0,39	-0,04	-0,12	0,10	0,06
QE01	-0,03	0,14	-0,08	-0,04	0,04	<b>0,96</b>
QE02	-0,01	<b>0,87</b>	0,06	0,07	0,16	0,34
QE03	0,05	<b>0,76</b>	0,05	0,16	0,12	-0,07
QE04	0,05	0,16	0,10	-0,07	0,02	0,00
QE05	0,24	<b>0,83</b>	0,07	0,07	0,16	-0,03

Para verificar a relação entre todas as variáveis avaliadas neste estudo, elaborou-se o plano fatorial representado na Figura 1. Pode-se observar a formação de três grupos A, B e C, sendo que o grupo A contém apenas variáveis referentes ao Professor, o grupo B tanto da disciplina quanto do estudante, e o grupo C possui características dos três elementos. À medida que as coordenadas da variável afastam-se da origem, maior é a sua importância ou peso no conjunto de dados. Considerando-se os parâmetros representados em cada grupo, selecionou-se o eixo horizontal para o professor, e o vertical, para a disciplina e estudante (Figura 1).



**Figura 4** – Plano fatorial representando a relação entre professor, disciplina e estudante.

Conforme a Figura 1, as variáveis do grupo A domínio dos conteúdos (QP02) e atualização (QP03) são as mais relevantes para representar as características do professor. Já a disponibilidade (QP08), estímulo à participação nas aulas (QP09) e relacionamento (QP10) têm menor importância, pois os seus valores no eixo horizontal são inferiores a 0,7.

Nessa Figura, observa-se que, no grupo B, as variáveis mais influentes para caracterizar a disciplina e o estudante foram a sequência e a organização dos conteúdos (QD01), a dedicação à disciplina (QE02), a satisfação com a disciplina no curso (QE03) e o desempenho (QE05), apresentando menor importância a compatibilidade com o curso (QD05). As restantes variáveis contidas no grupo C foram irrelevantes, pois encontram-se muito próximas da origem, conforme sugerido por Mingoti (2005); Ferreira (2011).

Os resultados obtidos evidenciaram que a análise de agrupamento, componentes principais e fatorial foram adequados para avaliar as informações contidas nos questionários aplicados e determinar as principais características dos professores, disciplinas e estudantes. Assim, podem ser subsidiadas decisões relacionadas aos planos e métodos de ensino na educação superior, uma vez que podem ser identificados os elementos mais influentes nesse processo. Também, o excelente desempenho das referidas técnicas estatísticas tem sido confirmado em diversos trabalhos na área de educação (PRIMI; MORAES, 2005; SILVA; SOUZA, 2005; REIS et al., 2010; GUSBERTI et al., 2012; PIMENTA et al., 2012; SANTORO et al., 2012).

## 4 CONCLUSÕES

As principais características do processo de aprendizagem podem ser identificadas por meio dos questionários aplicados;

As técnicas multivariadas possibilitaram sintetizar e interpretar de forma adequada diversos fatores envolvidos no processo de aprendizagem do ensino superior;

A análise multivariada apresentou-se como uma útil ferramenta para subsidiar decisões inerentes ao processo de aprendizagem no ensino superior.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, J. S. Are student ratings of instruction useful? *American Psychologist*, Washington, v. 53, n. 11, p. 1223-1224, 1998.

BUCK, D. Student evaluations of teaching measure the intervention, not the effect. *American Psychologist*, Washington, v. 53, n. 11, p. 1224-1225, 1998.

- EISZLER, C. F. College students' evaluations of teaching and grade inflation. *Research in Higher Education*, Jacksonville, v. 43, n. 4, p. 483-501, 2002.
- FELDER, R. M.; BRENT, R. Students rating of teaching: myths, facts and good practices. *Chemical Engineering Education*, Gainesville, v. 42, n. 1, p. 33-34, 2008.
- FERREIRA, D. F. *Estatística multivariada*. Lavras: Editora UFLA, 2011. 675p.
- GILLMORE, G. M.; GREENWALD, A. G. Using statistical adjustment to reduce biases in student ratings. *American Psychologist*, Washington, v. 54, n. 7, p. 1518-1519, 1999.
- GREENWALD, A. G. Validity concerns and usefulness of student ratings of instruction. *American Psychologist*, Washington, v. 52, n. 1, p. 1182-1186, 1997.
- GREENWALD, A. G.; GILLMORE, G. M. How useful are student ratings? Reactions to comments on the current issues section. *American Psychologist*, Washington, v. 53, n. 11, p. 1228-1229, 1998.
- GUSBERTI, T. D. H.; WERNER, L.; NEUMANN, C. S. R. Ensino de engenharia: um olhar sobre o sistema de avaliação de disciplinas pelos discentes de uma universidade pública com auxílio de análise multivariada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXII., 2012, Bento Gonçalves, RS. *Trabalhos completos...* Bento Gonçalves, 2012
- HOWEELL, A. J.; SYMBALUK, D. G. Published student ratings of instruction: revealing and reconciling the views of students and faculty. *Journal of Educational Psychology*, Washington, v. 93, n. 4, p. 790-796, 2001.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, Williangsburg, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958.
- KULIK, J. A. Student ratings: Validity, utility and controversy. *New Directions for Institutional Research*, v. 109, p. 9-26. 2001.
- MARSH, H. W. Students' evaluations of university teaching: research findings, methodological issues and directions for future research. *International Journal of Educational Research*, v. 11, p. 253-288, 1987.
- MARSH, H. W.; ROCHE, L. A. Making students' evaluations of teaching effectiveness effective. *American Psychologist*, Washington, n. 52, n. 11, p. 1187-1197, 1997.
- Ministério da Educação (MEC). Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). *Lei nº 10.861*, de 14 de abril de 2004. Disponível em: <[www.inep.gov.br/](http://www.inep.gov.br/)>. Acesso em: 10 out. 2014.

- MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297p.
- ORY, J. C. Faculty thoughts and concerns about student ratings. *New Directions for Teaching and Learning*, n. 87, p. 3-15, 2001.
- PIMENTA, I. L.; RAMOS, A. S. M.; GOMES, A. V.; AÑEZ, M. E. M. Ambiente de apoio ao ensino presencial: um estudo sobre a utilização das ferramentas em uma universidade federal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL TIC EDUCAÇÃO, II., 2012, Lisboa, Portugal. *Trabalhos Completos...* Lisboa, 2012.
- PRIMI, R.; MORAES, I. F. Validade de um instrumento de avaliação de desempenho de docentes do ensino superior. *Avaliação (Campinas; Sorocaba)*, Sorocaba, v. 10, n. 3, p. 41-59, 2005.
- REIS, C. Z. T.; SILVEIRA, S. F. R.; FERREIRA, M. A. M. Auto avaliação em uma instituição federal de ensino superior: Resultados e implicações. *Avaliação (Campinas; Sorocaba)*, Sorocaba, v. 15, n. 3, p. 109-129, 2010.
- SANTORO, B. F.; YAMASHITA, A. S.; ASSENHAIMER, C. Elaboração e análise de questionários de avaliação de disciplinas de pós-graduação em engenharia química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XL., 2012, Belém, PA. *Trabalhos Completos...* Belém, 2012.
- SILVA, F. M.; SOUZA, A. M. Aplicação da análise multivariada em dados de rendimentos de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XV; INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERACIONAL MANAGEMENT, XI., 2005, Porto Alegre, RS. *Trabalhos Completos...* Porto Alegre, 2005.

