

## **AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE APROVAÇÕES EM UM PROJETO DE ENSINO**

**Elisa Henning** – dma2eh@joinville.udesc.br

**Ivanete Zuchi Siple** - ivazuchi@gmail.com

**Elisandra Bär de Figueiredo** - dma2ebf@joinville.udesc.br

Departamento de Matemática -

**Tatiana Comiotto Menestrina** - comiotto.tatiana@gmail.com

Departamento de Química

**Rodrigo Leite Lindoso** – rodrigoleite91@gmail.com

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Universidade Do Estado de Santa Catarina

Rua Paulo Malschitzki, s/numero - Campus Universitário Prof. Avelino Marcante

89219-710 – Joinville – Santa Catarina

***Resumo:** Este artigo faz uma avaliação do ponto de vista quantitativo de um projeto de ensino em andamento que envolve as disciplinas básicas para as carreiras de engenharia e ciências exatas, como Geometria Analítica, Álgebra Linear e Cálculo Diferencial Integral. Este projeto surgiu em resposta aos anseios da comunidade acadêmica do Centro de Ciências Tecnológicas – CCT da Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC, em relação ao nível e à qualidade de ensino das matérias de formação básica. Além disso, propõem-se alternativas para minimizar as dificuldades do aluno que cursa tais disciplinas, numa perspectiva de trabalho colaborativo entre o grupo de professores integrantes. Neste artigo são analisadas as taxas de aprovação em uma das disciplinas inseridas neste projeto, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II. Esta análise é quantitativa e investiga, com a utilização de métodos estatísticos, se há um aumento de aprovações a partir de testes para verificação de tendências. Nesta metodologia são aplicados dois testes, Spearman e Cochran-Armitage, e também as tendências locais são avaliadas a partir de somas cumulativas. Na aplicação destes testes os dados confirmam que o número de aprovações aumentou nesta disciplina. Complementarmente apresenta-se uma avaliação descritiva do projeto na ótica dos alunos.*

***Palavras-chave:** qualidade de ensino; trabalho colaborativo; Cálculo Diferencial e Integral II, avaliação*

### **1 INTRODUÇÃO**

A preocupação com as disciplinas do ciclo básico, tais como Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra Linear dos cursos de Engenharia não é recente, muito menos novidade. Diversas pesquisas sobre ensino e aprendizagem dessas disciplinas têm sido realizadas tanto em nível nacional como internacional (REZENDE, 2003; ÁVILA, 2007; ARTIGUE, 2004).

Para os professores do Departamento de Matemática do Centro de Ciências Tecnológicas (CCT) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) essa temática é pertinente, visto que estas disciplinas fazem parte da grade curricular dos diversos cursos existentes neste

centro. Diversas inquietações sempre permeiam estas disciplinas, como a qualidade e o nível de ensino oferecido aos alunos dos cursos, bem como os altos índices de reprovação.

No que diz respeito à metodologia de ensino das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e II, Geometria Analítica e Álgebra Linear o departamento de Matemática do CCT- UDESC, promove ações que são aplicadas desde 2002. Naquele ano um projeto de ensino de Cálculo e Álgebra foi implantado pela Direção de Ensino deste Centro e executado pelos professores do Departamento de Matemática. Tal projeto surgiu em resposta aos anseios da comunidade acadêmica em relação ao nível e à qualidade de ensino destas matérias. Posteriormente, o projeto foi readaptado e reimplantado pelo Departamento de Matemática visto que na opinião dos professores este havia gerado bons resultados no que tange à qualidade de ensino das turmas participantes. Mas, isso era um indicador sem embasamento científico. Com a preocupação de investigar critérios que pudessem avaliar o Projeto de Ensino, este foi reeditado em 2007, e propôs-se uma metodologia para sua avaliação. Esta metodologia avaliou algumas das ações propostas, tais como os aspectos didático-metodológicos, a relação professor-aluno, a sua importância na ótica do discente, a metodologia adotada, o número de reprovações, entre outras (BARZ *et al.*, 2009).

Em relação ao número de reprovações nas disciplinas, pode-se observar que o percentual aumentou ao longo dos semestres analisados (BARZ *et al.*, 2009). Concluir-se-ia então que o projeto fracassou. Entretanto a questão da reprovação é um assunto polêmico e intrínseco à todos os níveis do Ensino Superior e tem suscitado muitas questões nos congressos de Matemática e Engenharia, como pode ser observado em (HENNING *et al.*, 2009, 2008). Pesquisas realizadas apontam que a grande causa de reprovação nestas disciplinas, em nível nacional e até mesmo internacional, é a distância entre o que é ensinado no ensino médio e no ensino superior (RESENDE, 2003). Para os professores, ainda, existiam elementos bastante fortes para argumentar a favor do projeto como, por exemplo, a análise dos discentes (a maioria reprovados) que de maneira geral encontravam-se satisfeitos com o projeto e os elementos que envolviam a figura do professor, como a didática, a relação professor-aluno e a presteza no esclarecimento das dúvidas, pontos positivos e importantes na visão do aluno. Assim constituíram-se fatores motivantes para a continuação deste trabalho que apresentava elementos significativos e satisfatórios, segundo os dados levantados pela pesquisa (BARZ *et al.*, 2009). Todavia foram necessárias ações que possibilitassem que o nível, a qualidade e a aprendizagem do ensino fossem mantidos e que o projeto tivesse êxito.

De acordo com Carvalho (1996) o ensino de Cálculo já esteve presente no ensino médio brasileiro, primeiro em 1891, com a reforma proposta por Benjamim Constant no início da República e uma segunda vez, no governo de Getúlio Vargas, na Reforma Capanema, em 1942, constando do currículo escolar oficialmente até 1961. Para Ávila (2007) a ideia de que o ensino em nível médio não comporta Cálculo é equivocada. O conceito de derivada, juntamente com o de Integral, que fundamentam o Cálculo, têm sido a alavanca de toda ciência moderna. “Daí a enorme importância de se ensinar a derivada já no ensino médio. Mas isso tem de ser feito de maneira adequada a esse nível de ensino, não como se faz nas disciplinas dos cursos universitários de Cálculo” (ÁVILA, 2007, p. 162). O mesmo autor ainda sugere como ensinar esta temática na Educação Básica: “(...) o que se deve fazer no ensino médio é uma apresentação bem simples e modesta, o suficiente para que o aluno possa perceber a importância desses conceitos, o suficiente para mostrar seu largo alcance nas aplicações” (ÁVILA, 2007, p. 162).

Diante deste quadro, este projeto de ensino é apresentado como uma oportunidade de atender às especificidades de cada grupo de disciplinas, ainda que em muitos casos haja conexão interdisciplinar entre conteúdos de Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra Linear. Esta conexão interdisciplinar é privilegiada em alguns tópicos, de maneira mais natural do que outros. Por exemplo, conceitos como dependência e independência linear, combinações lineares, bases e espaços vetoriais podem ser trabalhados de maneira integrada nas disciplinas

de Álgebra Linear e Geometria Analítica. Ainda o conteúdo de integrais múltiplas que envolve os diversos tipos de registros de representação, tais como algébrico, gráfico e analítico pode ser trabalhado na disciplina de Geometria Analítica bem como na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II.

Neste contexto, optou-se pela continuidade do projeto de ensino onde procurou-se dar sequência ao projeto de ensino anterior, ou seja, criar ações que possibilitassem manter a qualidade de ensino e aprendizagem das disciplinas envolvidas, tais como critérios e formas de avaliações unificadas, identificações das dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, utilização de recursos tecnológicos, entre outras. Nos dados oriundos da aplicação deste projeto têm-se verificado que ele é bem aceito pelos estudantes e que o número de aprovações tem aumentado em algumas disciplinas ao longo do semestre, como no caso da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II.

Portanto, neste trabalho apresenta-se a análise das taxas de aprovação em Cálculo Diferencial e Integral II. A escolha por apresentar os dados desta disciplina deu-se por esta envolver conteúdos que necessitam de uma base forte do Cálculo, tais como limites, derivadas e integrais de funções de uma variável, bem como a extensão destes conceitos para funções de várias variáveis. Serão apresentados e comparados com os dados do projeto anterior os dados relativos à reedição do projeto de ensino que teve início no segundo semestre de 2009. O delineamento do presente estudo abrange o período entre o segundo semestre de 2008 até o segundo semestre de 2010, englobando assim três semestres anteriores e três posteriores à reedição do projeto de ensino vigente. A população foi composta por acadêmicos dos cursos de engenharias e licenciaturas do Centro de Ciências Tecnológicas CCT/UDESC.

O presente trabalho está assim estruturado: na Seção 2 descreve-se o atual projeto de ensino aplicado; na Seção 3 os procedimentos metodológicos; na Seção 4 apresentam-se e discutem-se os resultados e, finalizando, na Seção 5 estão as conclusões e considerações finais.

## **2 O PROJETO DE ENSINO**

O atual projeto de ensino “Os pilares elementares do Ensino da Matemática em nível superior numa perspectiva de trabalho colaborativo” procura dar sequência ao que teve início em 2002 (MENESTRINA; GOUDARD, 2003) abrangendo as quatro disciplinas, adaptando-o onde necessário e aprimorando-o onde possível.

O projeto é coordenado por um professor e cada disciplina tem a figura do subcoordenador. Ao longo dos anos, esta figura não é centralizada em um único professor. Diversos docentes alternam-se nesse papel e tem sido comum a troca de subcoordenadores nas disciplinas, haja vista que essa é uma das principais contribuições de um trabalho colaborativo com novas ideias, troca de experiências e a compreensão de um processo contínuo entre os membros da equipe. Deve-se lembrar que a eficiência de um trabalho conjunto reside não somente em colocar em prática determinadas ações, mas também proporcionar sua evolução.

Assim, o projeto teve como objetivo principal criar ações que possibilitem manter a qualidade de ensino e aprendizagem das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear e Geometria Analítica inseridos num contexto de trabalho colaborativo entre os professores que atuam nessas disciplinas. Para alcançar este objetivo algumas ações específicas foram delineadas:

- 1) envolver os professores quanto à qualidade de ensino;
- 2) elaborar avaliações e critérios de avaliação de maneira unificada em cada disciplina;
- 3) identificar as principais dificuldades dos alunos relativas à sua aprendizagem;
- 4) elaborar o material didático de cada disciplina;
- 5) relacionar os conteúdos entre as disciplinas.

A metodologia do projeto abrange a sistemática exposta a seguir:

- 1) Coordenação: gerenciamento, sob a responsabilidade de um professor de cada disciplina (Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Diferencial e Integral II, Álgebra Linear e Geometria Analítica), das ações propostas a cada uma e a promoção do trabalho conjunto entre as demais em função da necessidade e possibilidade;
- 2) Planos de Ensino e Critérios de Avaliação: trabalho colaborativo com a equipe de professores que atuam na mesma disciplina, incluindo a elaboração do plano de ensino, métodos e critérios de avaliação bem como o calendário;
- 3) Conteúdo programático: discussão e trabalho dos conteúdos de forma integradora, globalizada e dinâmica, visando integrar a teoria e a prática;
- 4) Avaliação do projeto: seminário de avaliação do projeto com o intuito de diagnosticar as principais dificuldades do aluno perante a avaliação e promover ações que minimizem tais dificuldades;
- 5) Recursos Tecnológicos: uso de ferramentas tecnológicas livres para auxiliar na aprendizagem de determinados conteúdos;
- 6) Comunicação: manutenção e atualização de páginas interativas de cada disciplina como um canal suporte de comunicação entre os docentes e discentes;
- 7) Atendimento extraclasse: articulação do trabalho com os monitores, mantendo sempre atualizado o horário e o local de atendimento da monitoria, e esclarecimento das dificuldades encontradas pelo monitor.

Com esta metodologia, procura-se minimizar as dificuldades dos alunos nessas disciplinas, preparando-os para a sequência de sua vida acadêmica dentro da instituição, uma vez que muitos tópicos destas disciplinas reaparecem em conteúdos de outras, seja em Cálculo, Equações Diferenciais, Física e em muitas disciplinas do currículo de engenharia.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como o que se pretende avaliar é a tendência (positiva) da taxa de aprovação ao longo dos semestres, foram aplicados dois testes estatísticos para medir a significância das tendências. O primeiro é baseado no coeficiente de correlação de Spearman (CONOVER, 1980) e o segundo é o de Cochran-Armitage (ARMITAGE, 1955). Também utilizaram-se técnicas que analisam as tendências locais a partir de somas cumulativas (IBANEZ; FROMENTIN; CASTEL, 1993).

O teste baseado no coeficiente de correlação de Spearman (CONOVER, 1980) é sugerido como uma medida auxiliar para avaliar se uma série temporal apresenta tendência. Aconselha-se analisar em conjunto com o gráfico da série (MORETTIN; TOLOI, 2004). Já o teste de Cochran-Armitage é um teste aplicado para analisar tendências lineares em proporções, presente em muitas análises estatísticas na área médica (BALDING, 2006). Nos dois procedimentos foi confrontada a hipótese  $H_0$  de que os dados não apresentam tendência contra a hipótese alternativa de que existe tendência.

O nível de significância adotado foi de 5%, ou seja, foram considerados significativos valores de  $p$  (probabilidade de significância) inferiores a 0,05. A probabilidade de significância  $p$  corresponde à probabilidade da estatística do teste acusar um resultado tão (ou mais) distante do esperado quanto o ocorrido na amostra observada, supondo  $H_0$  como a hipótese verdadeira. Assim, valores de  $p$  inferiores ao nível de significância adotado (0,05) levam à rejeição de  $H_0$  (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2004).

Analisaram-se também as tendências locais, a partir de somas cumulativas (IBANEZ; FROMENTIN; CASTEL, 1993). Este é um procedimento simples onde as diferenças entre os valores observados e um definido são acumuladas. Não havendo tendência, o gráfico assume a forma de um passeio aleatório em torno do zero (MONTGOMERY, 2004). Para as tendências locais, tomou-se como valor de referência as médias das taxas de aprovação do

período anterior à implantação da reedição do projeto (38,6%). Inicialmente analisou-se toda a série e então somente as observações realizadas após a reedição do projeto.

O tratamento estatístico dos dados foi feito com o ambiente GNU R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010) com auxílio do pacote *pastecs* (IBANEZ; ETIENNE, 2009). Para as análises realizadas, são necessárias pelo menos três observações. As taxas de aprovação estão expressas em termos de porcentagem.

Também é apresentada uma análise descritiva do questionário de satisfação submetido aos acadêmicos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II. Este questionário visava avaliar o projeto de ensino em alguns quesitos, tais como: didática do professor, qualidade do material didático, adequabilidade das avaliações, entre outras.

## 4 RESULTADOS

Na Tabela 1 encontram-se os valores dos percentuais de aprovação em Cálculo Diferencial e Integral II e na Figura 1 encontra-se um gráfico desta série. O estudo abrangeu o período entre o primeiro semestre de 2008 e o segundo semestre de 2010, tendo como objetivo realizar uma comparação entre os dados da reedição do projeto com os obtidos anteriormente. Portanto, para a avaliação dos dados foram considerados 3 semestres do projeto anterior e 3 semestres do vigente. Visualmente, conforme a Figura 1, há indícios de que as aprovações nesta disciplina têm aumentado ao longo dos semestres.

Tabela 1: Taxa de aprovação em Cálculo II no período entre os semestres 2008/1 e 2010/2.

Semestre	2008/1	2008/2	2009/1	2009/2	2010/1	2010/2
Taxa de aprovação (%)	35,00	44,40	36,40	46,49	46,99	61,28

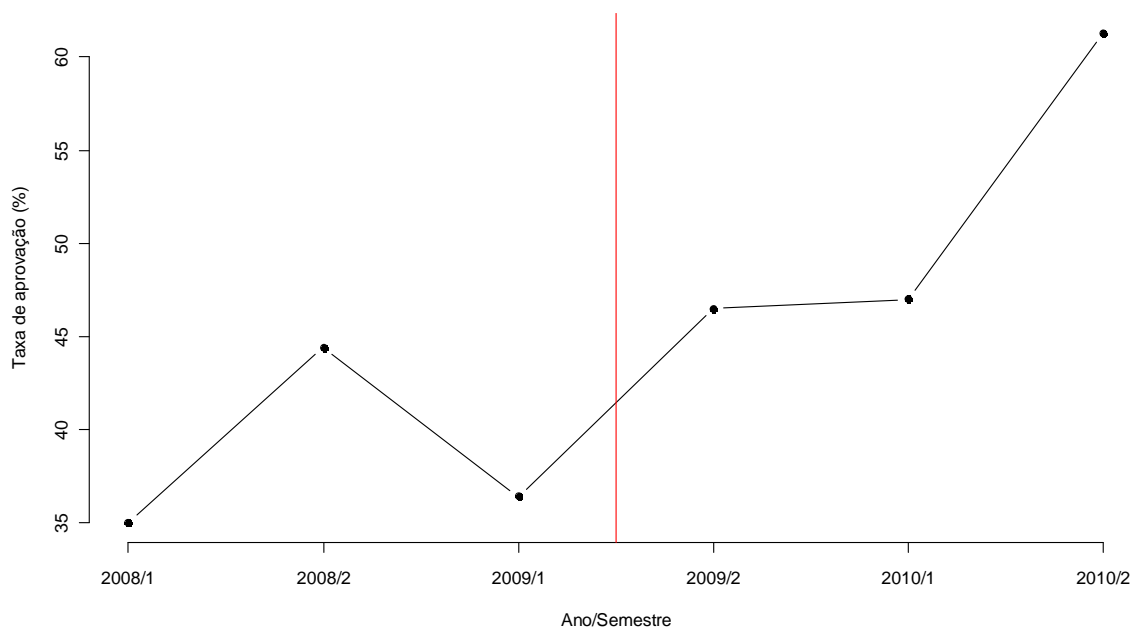


Figura 1: Série Temporal correspondente às taxas de aprovação em Cálculo Diferencial e Integral II

A tendência também foi detectada pelos testes realizados. Tanto o teste de correlação de SPEARMAN como o teste de Cochran-Armitage apresentam p-valores (Tabela – 2) inferiores ao nível de significância adotado (0,05), rejeitando-se a hipótese nula de que a série não apresenta tendência.

Tabela 2: Resultados dos testes para tendência aplicados.

Teste	p-valor
Spearman	0,0167
Cochran-Armitage	0,0224

As tendências locais podem ser observadas nas figuras 2a e 2b. Em linha contínua (vermelho) estão as somas acumuladas e em linha tracejada (preto) os valores observados.

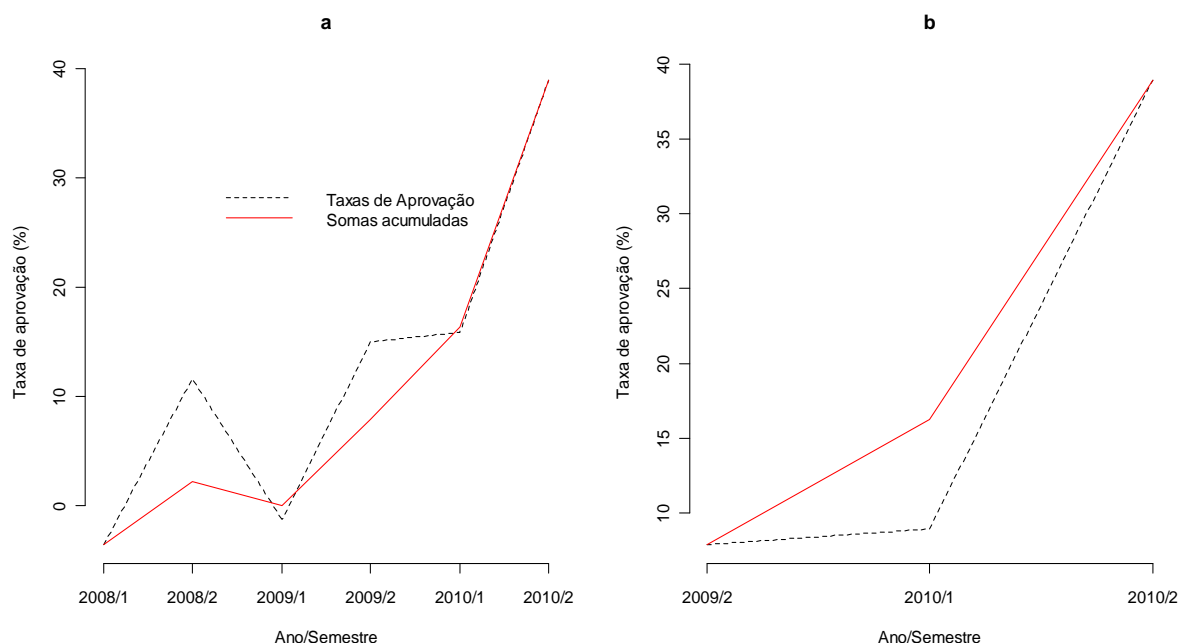


Figura 2: Gráfico comparativo entre as tendências locais e os valores da taxa de aprovação em Cálculo Diferencial e Integral II ao longo dos seis semestres (a) e a partir do segundo semestre de 2009 (b).

Na figura 2.a pode-se visualizar que, ao longo dos seis semestres analisados, a soma acumulada indica uma tendência positiva. Na figura 2.b, quando analisa-se localmente apenas o período a partir do segundo semestre de 2009, esta tendência positiva fica bastante evidente. Com uma avaliação descritiva dos dados oriundos dos questionários respondidos por 196 acadêmicos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II, do total de 297, no segundo semestre de 2010, pode-se tecer as seguintes considerações: quanto ao material didático, 85% dos acadêmicos concordaram que este era de boa qualidade sendo apresentado de maneira clara e organizada. No que se refere à didática do professor, 97% dos discentes, concordaram que a didática dos professores era adequada. No que diz respeito às avaliações, 84% concordaram que estas estavam adequadas e em conformidade com os conteúdos constantes na apostila e ministrados em sala de aula. Na ótica de 85% dos alunos este projeto refletia o comprometimento do departamento com a qualidade de ensino.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dos testes estatísticos confirmaram a existência de uma tendência positiva no índice de aprovação na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II no decorrer da implantação do projeto de ensino. Um dos aspectos positivos deste projeto que contribuiu para seu êxito é ser um trabalho colaborativo entre os diversos participantes. O projeto de ensino inicial, que surgiu como uma proposição da direção de ensino, passou por reformulações propostas e conduzidas pelos próprios professores. Assim, num claro esforço para melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem, problemas puderam ser localizados e ações no sentido de minimizá-los sugeridas. Do mesmo modo, os pontos positivos, observados desde 2002, foram mantidos, procurando aperfeiçoá-los.

Entretanto, este trabalho não se encerra aqui. Ele deve ser estendido às outras disciplinas que integram o projeto, sendo necessárias mais avaliações, tanto quantitativas como principalmente do ponto de vista qualitativo. Uma ação possível é analisar as séries de aprovações das disciplinas posteriores, e diretamente relacionadas, como por exemplo, Equações Diferenciais e Cálculo Vetorial. Do ponto de vista qualitativo, a avaliação se torna mais complexa, pois o ideal seria conseguir avaliar o que realmente o aluno aprendeu. Uma sugestão é pesquisar junto aos professores, principalmente dos ciclos posteriores, a visão sobre o embasamento matemático dos atuais alunos e maturidade dos hábitos de estudo. Um trabalho similar já foi realizado (MANDLER *et al.*, 2009), podendo ser feita uma comparação sob outra ótica, mais qualitativa. Além de complementar esta análise, a investigação poderá contribuir nesse ato contínuo de aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGUE, M. L'Enseignement du Calcul aujourd'hui : Problemes, Defis et Perspectives. **Reperes-IREM**, n.54, 2004.

ÁVILA, G. **Várias Faces da Matemática: Tópicos para a Licenciatura e Leitura em Geral**. São Paulo, Editora Blucher, 2007.

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. **Estatística para Cursos de Engenharia e Informática**, 3ª. Edição: São Paulo: Editora Átlas, 2010. 410p.

BARZ, L. L.; MANDLER, M. L.; HENNING, E. **Relatório final do projeto de ensino "Uma Metodologia Para a Avaliação de Projeto de Ensino "Perspectivas Para Uma Aprendizagem Significativa"**. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas. Joinville: 2008.

CARVALHO, J. B. P. de. O cálculo na escola secundária – algumas considerações históricas. Caderno CEDES. Campinas: Papirus, n. 40, p. 68-81, 1996.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**, 3<sup>th</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 584 p.

HENNING, E; BARZ, L. L; LIMA, L. R. MANDLER, M. L; PAHL, T. B. Deficiências no Embasamento matemático como fator de retenção no ciclo básico. **Anais: XXXVI COBENGE**, Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. São Paulo: 2008.

IBANEZ, F.; GROJEANM P.; ETIENNE, M. **pastecs: Package for Analysis of Space-Time Ecological Series**. R package version 1.3-11, 2009. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=pastecs>. Acessado em: 10/03/2011.

MANDLER, M.; HENNING, E.; BARZ, L.L.; LIMA, L.R. Deficiências no embasamento matemático como fator de retenção no ciclo profissionalizante. **Anais: XXXVI COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. São Paulo: 2008.

MENESTRINA, T. C. ; GOUDARD . Atualização e Revisão Pedagógica de Cálculo e Álgebra: Concepções e Atitudes Inovadoras. **Anais: XXIII COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Rio de Janeiro: IME, 2003.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org>> Acesso em: 06 dez. 2010.

REZENDE, W. M. O ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica. **Anais: II SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Santos: 2003.

## EVALUATING THE LEVEL OF APPROVALS IN AN EDUCATION PROJECT

**Abstract:** *The present paper evaluates a teaching project in progress involving basic engineering and exact sciences careers' subjects, such as Analytic Geometry, Linear Algebra and Differential and Integral Calculus, from a quantitative point of view. This project emerged as a response to the concerns of the academic community of the “Centro de Ciências Tecnológicas – CCT” from “Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC” about the level and quality of the basic subjects. Furthermore, alternatives to minimize difficulties of students who attend those classes are proposed in a perspective of collaborative work among participating professors. This paper analyzes the approval level for Differential and Integral Calculus II, one of the subjects inserted in the project. This quantitative analysis investigates the increase in those levels through statistical methods with tendency evaluation tests. This methodology applies two tests, Spearman and Cochran-Armitage, and local tendencies are assessed from cumulative sums. Such tests confirm that the number of approvals increased in that subject. In addition a descriptive assessment of the project under student's viewpoint is presented.*

**Key-words:** *teaching quality, collaborative work, Differential and Integral Calculus II, assessment.*