

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**  
**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA – PROFMAT**

**LUIZ FABIANO DOS ANJOS**

**A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS ALUNOS DO NÚCLEO REGIONAL DE**  
**EDUCAÇÃO DE PONTA GROSSA NO SAEP 2012:**  
**UMA ANÁLISE DOS DESCRITORES DO TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2015**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**  
**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA –PROFMAT**

**LUIZ FABIANO DOS ANJOS**

**A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS ALUNOS DO NÚCLEO REGIONAL DE**  
**EDUCAÇÃO DE PONTA GROSSA NO SAEP 2012:**  
**UMA ANÁLISE DOS DESCRITORES DO TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Matemática, no Programa de Mestrado Profissional em Matemática, Setor de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador Prof. Dr. Airton Kist

**PONTA GROSSA**

**2015**

**Ficha Catalográfica**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

Anjos, Luiz Fabiano dos  
A592 A Proficiência matemática dos alunos do Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa no SAEP 2012: uma análise dos descritores do tratamento da informação/ Luiz Fabiano dos Anjos. Ponta Grossa, 2015.  
70f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - Área de Concentração: Matemática), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Airton Kist.

1.Avaliação externa. 2.Sistemas de Avaliação. 3.SAEP. 4.Tratamento da Informação. 5.Teste de Hipótese. I.Kist, Airton. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. III. T.

CDD: 372.7

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Luiz Fabiano dos Anjos**

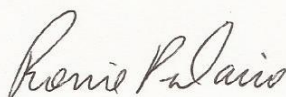
**“A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS ALUNOS DO NÚCLEO REGIONAL DE  
EDUCAÇÃO DE PONTA GROSSA NO SAEP 2012: UMA ANÁLISE DOS  
DESCRITORES DO TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora.

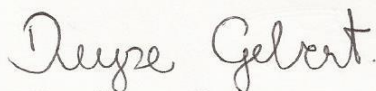
Orientador:



Prof. Dr. Airton Kist  
Departamento de Matemática e Estatística, UEPG/PR



Prof. Dr. Ronie Peterson Dario  
Departamento de Matemática, UTFPR/PR



Profa. Dra. Deyse Gebert  
Departamento de Matemática e Estatística, UEPG/PR

**Ponta Grossa, 19 de Março de 2015.**

*À “vó Lola” (in memoriam).*

*À minha mãe.*

*À minha esposa.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ...

... primeiramente e acima de tudo, a Deus;

... a minha amada esposa Adriana, aos meus filhos Camila e Luiz Eduardo, minhas riquezas e eternos incentivadores;

... aos meus pais, Maria Joana e Luiz dos Anjos, pelo amor, pelo cuidado, pelo acreditar, pelo suporte espiritual e material, enfim pela minha vida;

... ao meu Orientador, Professor Doutor Airton Kist, pela sua dedicação e paciência na orientação e elaboração deste trabalho, mas principalmente pelos seus ensinamentos;

... aos professores Marciano, Luciane, Fabiane, Elizangela, Grados, Giuliano, Calçada, Lorena e Airton, professores integrantes do PROFMAT/UEPG, pela dedicação e atenção dispensada a turma durante todo o curso – eternos exemplos;

... aos colegas de turma, que numa constante demonstração de amizade e companheirismo estavam sempre dispostos a ajudar e a partilhar: um lanche, uma bala, um chimarrão, aqui destaco uma colega, uma amiga – Marina Marra, que me ajudou a manter o estímulo na caminhada, não foi fácil, demorou, mas também consegui, Marina... obrigado;

... aos colegas de trabalho do NRE de Ponta Grossa, em especial às amigas Francisca Júlia Camargo Dresch e Sandra Mara Dias Pedroso pelo apoio e cooperação, pelos valiosos e importantes “pitacos” dispensados a este trabalho e a querida Professora Maria Isabel Vieira – Chefe do Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa, uma grande incentivadora, pela compreensão e apoio durante o período do curso, a vocês, a minha gratidão.

A todos e todas o meu carinho e o meu respeito.

Obrigado!

*Conheça todas as teorias,  
domine todas as técnicas,  
mas ao tocar uma alma humana,  
seja apenas outra alma humana.*

*(Carl Jung)*

## RESUMO

As avaliações externas do Sistema de Avaliação, seja no âmbito nacional ou estadual, permitem coletar dados que oferecem aos gestores e a comunidade escolar informações sobre o aproveitamento das instituições de ensino e o rendimento de cada aluno. Este trabalho tem como objeto analisar o desempenho dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio dos estabelecimentos públicos jurisdicionadas ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa na Avaliação Externa do Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Paraná, na disciplina de Matemática com relação ao Conteúdo Estruturante - Tratamento da Informação. A partir dos documentos oficiais, observou-se as recomendações para o ensino destes conteúdos. Nos livros didáticos utilizados pelas instituições verificou-se a forma de apresentação e o momento em que o conteúdo Tratamento da Informação era desenvolvido. Para a concretização deste estudo optou-se por uma pesquisa bibliográfica constituindo-se em uma pesquisa de abordagem qualitativa e quantitativa. Como ferramenta da pesquisa e análise estatística utilizou-se um Teste de Hipótese para análise dos dados em resposta ao questionamento inicial. Assim, ao finalizar a análise dos dados e o teste foi possível verificar que este veio corroborar com a hipótese de que o livro didático adotado, não afeta significativamente o desempenho médio dos estudantes, no conteúdo estruturante analisado.

**Palavras-chave:** Avaliação externa, Sistemas de Avaliação, SAEP, Tratamento da Informação, Teste de Hipótese, Análise de Variância.



## **ABSTRACT**

The external evaluations of Evaluation System, at the national and state level, allow collecting data that offer to the managers and the school community about the use of educational institutions and the performance of each student. This work aims at analyzing the performance of students of the 3rd year of high school under the jurisdiction of public facilities to the Regional Center of Ponta Grossa Education External Evaluation of the evaluation system of the State of Paraná Education in Mathematics with respect to Content Structuring - Treatment Information. From the official documents, there was the recommendations for teaching such content. In textbooks used by the institutions there was the presentation and the time the content of the treatment was developed. In carrying out the study opted for a literature consisting in a qualitative and quantitative approach to research. As the research and statistical analysis tool used a hypothesis test for data analysis in response to the initial question. So, to complete the examination of the data and the test we found that this came corroborate the hypothesis that the textbook adopted, does not significantly affect the average performance of students in analyzed Content Structuring.

**Key words:** External evaluation, evaluation systems, SAEP, Information Treatment, hypothesis testing, analysis of variance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Avaliações que compõem o SAEB.....	19
Figura 2 - Exemplo de questão para avaliação de um item.....	26
Figura 3 - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D54 .....	47
Figura 4 - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D55 .....	48
Figura 5 - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D56 .....	48
Figura 6 - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D57 .....	49
Figura 7 - Médias do desempenho por descritor e livro .....	49
Figura 8 - Médias de desempenho por livro .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Referência de Matemática – Paraná - 3º ano do Ensino Médio.....	25
Tabela 2 - Organização dos conteúdos de matemática para o Ensino Médio .....	33
Tabela 3 - Organização do conteúdo estruturante tratamento da informação .....	35
Tabela 4 - Percentual de acertos dos itens relacionados aos descritores do conteúdo estruturante Tratamento da Informação.....	45
Tabela 5 - Número de colégios e estudantes do NRE Ponta Grossa que adotaram cada livro.	47
Tabela 6 - Desempenho, no descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático A ...	55
Tabela 7 - Desempenho, do descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático B ...	56
Tabela 8 - Desempenho, do descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático C ...	56
Tabela 9 - Desempenho, do descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático D ...	56
Tabela 10 - Desempenho, do descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático E..	56
Tabela 11 - Desempenho, do descritor D54, dos colégios que adotaram o Livro Didático F..	57
Tabela 12 - Quadro da ANOVA para o descritor D54.....	59
Tabela 13 - Quadro da ANOVA para o descritor D55 .....	59
Tabela 14 - Quadro da ANOVA para o descritor D56.....	59
Tabela 15 - Quadro da ANOVA para o descritor D57 .....	60

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Avaliação Nacional da Alfabetização
ANEB	Avaliação Nacional de Educação Básica
ANOVA	Análise de Variância
ANPED	Associação Nacional de Pesquisa em Educação
ANRESC	Avaliação Nacional de Rendimento Escolar
BIRD	Banco Internacional da Reconstrução e Desenvolvimento
BM	Banco Mundial
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CEE	Conselho Estadual de Educação
CNE	Conselho Nacional de Educação
DAEB	Diretoria de Avaliação da Educação Básica
DCE	Diretrizes Curriculares da Educação Básica
DCE	Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica
DOU	Diário Oficial da União
EDURURAL	Programa de Expansão e Melhoria do Ensino no Meio Rural do Nordeste
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação e Cultura
NRE	Núcleo Regional de Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PFC	Princípio Fundamental da Contagem
PNAIC	Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa
PNE	Plano Nacional de Educação
PNLD	Programa Nacional de Livro Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPC	Proposta Pedagógica Curricular
PTD	Planejamento do trabalho docente
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SAEP	Sistema de Avaliação do Ensino Público
SAEP	Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Paraná
SEDIAE	Secretaria de Avaliação e Informação Nacional
SEED	Secretaria de Estado da Educação
UFCE	Universidade Federal do Ceará
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e Cultura

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1 AVALIAÇÃO EXTERNA</b> .....	15
1.1 ASPECTOS HISTÓRICO-LEGAIS DA AVALIAÇÃO NO BRASIL.....	15
1.2 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	18
1.3 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO PARANÁ.....	21
1.3.1 MATRIZ DE REFERÊNCIA.....	23
1.3.2 DESCRITORES .....	24
1.3.3 DISTRADORES .....	27
1.3.4 ESCALA DE PROFICIÊNCIA E PADRÕES DE DESEMPENHO.....	27
<b>2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO</b> .....	30
2.1 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO (PCNEM) .....	31
2.2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E AS DIRETRIZES CURRICULARES ORIENTADORAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	32
2.3 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E O CADERNO DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM.....	34
2.4 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO .....	36
2.4.1 ANÁLISE DOS LIVROS.....	38
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	44
<b>4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) – TESTE F</b> .....	52
4.1 TESTE DE HIPÓTESE.....	52
4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) .....	52
<b>5 ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	55
<b>CONCLUSÃO</b> .....	61
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	63
ANEXO: Proposta de atividades .....	66

## INTRODUÇÃO

As avaliações externas do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)/Prova Brasil e o Sistema de Avaliação da Educação do Estado do Paraná (SAEP) têm movimentado as escolas públicas estaduais do Paraná. No caso do SAEP, os dados coletados a partir dessa avaliação oferecem aos gestores e a comunidade escolar informações sobre o aproveitamento de cada aluno da educação básica nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática.

O trabalho tem como objetivo analisar o desempenho dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio (EM) das instituições de ensino públicas, jurisdicionadas ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa (NRE) na Avaliação Externa - SAEP, na disciplina de Matemática com relação ao Conteúdo Estruturante - Tratamento da Informação. Este estudo apresenta a proficiência obtida pelos estudantes<sup>1</sup> quando da realização do instrumento da avaliação realizada no dia 22 de novembro de 2012.

Constituiu-se como objetivos específicos:

- Verificar nos documentos oficiais: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Matemática (DCE) do Estado do Paraná e o Caderno de Expectativas de Aprendizagem do Departamento de Educação Básica do Estado do Paraná, as recomendações para o ensino dos conteúdos básicos referentes ao Tratamento da Informação;
- Identificar a forma de apresentação, nos livros didáticos no período de 2012 a 2014 do conteúdo Tratamento da Informação;
- Apresentar os quatro descritores avaliados na prova do SAEP referentes ao conteúdo estruturante - Tratamento da Informação;
- Comparar as médias de desempenho obtidas pelos estudantes de acordo com os Livros Didáticos utilizados.

O Conteúdo Estruturante escolhido para este estudo foi o Tratamento da Informação. Este tema, Conteúdo Estruturante, de acordo com as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná (DCE), tem como Conteúdos Básicos: Análise Combinatória, Binômio de Newton, Estudo das Probabilidades, Estatística e Matemática Financeira, porém neste estudo não serão abordados os conteúdos Binômio de Newton e Matemática Financeira, pois não são contemplados na Matriz de Referência do SAEP, portanto

---

<sup>1</sup> Estudante é o termo usado neste texto pela sua contemporaneidade, embora os autores aqui discutidos utilizem o termo aluno.

não são avaliados. Os conhecimentos adquiridos a partir dos conteúdos de Análise Combinatória e Estudo das Probabilidades são necessários para a realização de cálculos estatísticos. Tais Conteúdos Básicos são ferramentas matemáticas extremamente necessárias na vida das pessoas e das instituições, sendo visíveis em uma infinidade de informações as quais são submetidas diariamente.

Além de ser necessário saber ler e analisar criticamente resultados de pesquisas e fazer inferências com base em suas informações, é importante também que os estudantes sejam capazes de produzir informação, ou seja, coletar, organizar, confrontar, fazer previsões e tomar decisões a partir de dados numéricos. A relevância destes conhecimentos tem repercutido no ensino nas escolas, desde o momento em que passam a figurar nos documentos legais, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná (DCE). Segundo Lopes (1998, p. 22), “a Estatística e a Probabilidade são temas essenciais da educação para a cidadania, uma vez que possibilitam o desenvolvimento de uma análise crítica sob diferentes aspectos científicos, tecnológicos e/ou sociais”. Assim também, Mendes e Alves (2004, p. 01) discorrem que “é na sala de aula que os estudantes adquirem habilidades que os ajudam a organizar e processar as informações que recebem da mídia e de outros meios de comunicação”. O desenvolvimento de tais capacidades, fundamentais à formação plena do cidadão, envolve o estudo de conceitos do campo que por costume denomina-se de Tratamento da Informação.

Tendo como foco deste trabalho a investigação sobre a proficiência alcançada pelos estudantes com relação aos conteúdos básicos Estatística, Probabilidade e Análise Combinatória e a eficácia dos livros didáticos como um recurso didático que podem contribuir com o desempenho satisfatório nos resultados obtidos no SAEP-2012.

Para a concretização deste estudo optou-se por uma pesquisa bibliográfica constituindo-se em uma pesquisa de abordagem qualitativa e quantitativa. Como ferramenta da pesquisa utilizou-se um Teste de Hipótese para análise dos dados em resposta ao questionamento inicial.

Quanto a sua estrutura, o texto está organizado do seguinte modo.

O 1º capítulo – A Avaliação Externa, traz uma abordagem histórica dos Sistemas de Avaliação do Brasil, desde a criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1934, e em 1937 do então Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP), que a partir da década de 70 passa a chamar-se Instituto Nacional de Pesquisas Nacionais, mantendo assim a mesma sigla, e sendo responsável por organizar e manter o sistema de informações estatísticas educacionais, ao atual Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). No Paraná as

primeiras discussões em torno da democratização, da transparência de gestão e da qualidade da educação emergem ao final da década de 80, onde o estado cria em 1990 seu sistema próprio de ensino e de avaliação. Em 2012 é realizada a aplicação de uma prova no programa de avaliação, que passa a ser denominado Sistema de Avaliação da Educação Básica do Paraná (SAEP).

As recomendações de como os conteúdos básicos, relacionados com o Tratamento da Informação, devem ser conduzidos pelos professores, são descritas no Capítulo 2, para tal foram analisados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná (DCE) e o Caderno de Expectativas. Este capítulo apresenta ainda a distribuição destes conteúdos nos seis livros didáticos, indicados pelo PNLEM e adotados pelos professores das instituições que participaram da avaliação.

Foram analisados os desempenhos de 3392 estudantes de 65 instituições que ofertam o Ensino Médio pertencentes ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa, os dados foram tabulados, resumidos, analisados e apresentados no Capítulo 3, onde também é descrita a justificativa da escolha do tema: Tratamento da Informação.

Os dados apresentados no Capítulo 3 foram obtidos em nível de médias aritméticas e estas apresentaram-se distintas, porém próximas. Logo sentiu-se a necessidade de aplicar um Teste de Hipóteses para comparar estas médias e verificar se eram iguais, ou não, sendo atribuída a diferença ao acaso. Assim o Capítulo 4 traz a definição do Teste de Hipótese, da Análise de Variância (ANOVA)/Teste F, teste utilizado para a análise.

O Capítulo 5 detalha os cálculos necessários para aplicação do Teste de Hipótese com relação ao descritor D54 e os dados dos demais descritores, D55, D56 e D57 são apresentados em quadros, denominados Quadros da ANOVA.

Diante do exposto, foi possível finalizar a análise dos dados e o Teste de Hipótese que veio corroborar com a hipótese de que o livro adotado não afeta significativamente o desempenho médio das escolas nas avaliações externas, no conteúdo estruturante analisado.



## **1 AVALIAÇÃO EXTERNA**

Ao longo dos anos, criou-se no mundo, conseqüentemente no Brasil, a necessidade de se produzir indicadores educacionais com o objetivo de orientar políticas governamentais e auxiliar os gestores das instituições de ensino na implementação de ações e metodologias inovadoras, buscando a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

Nesta seção, são citados alguns marcos históricos que contextualizam o período em que as avaliações externas e alguns instrumentos balizadores foram introduzidos no Brasil.

### **1.1 ASPECTOS HISTÓRICO-LEGAIS DA AVALIAÇÃO NO BRASIL**

A avaliação externa se constitui em uma preocupação para os gestores das instituições públicas de ensino. Segundo Horta Neto (2007), o histórico do processo de avaliações das instituições públicas no território brasileiro consta de longa data. No que se refere à educação, a década de 1930 apresenta avanços significativos ao estabelecer leis próprias para coletar dados estatísticos. Pelo Decreto n. 24.609/34 do governo federal foi criado o Instituto Nacional de Estatísticas, atual Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), responsável pelos dados a nível federal dos fatos educacionais, culturais e médico sanitários. Em 1937 a Lei n. 378 cria o Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública, que no ano seguinte passa a se chamar Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP), com a incumbência, segundo o artigo 2º do Decreto 580/38, de realizar pesquisas relacionadas a teoria e as práticas educativas, além de prestar assistência técnica em níveis federal, estadual e municipal de orientações para os problemas pedagógicos.

Nos anos 60 pela aprovação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei n. 4.024/61, no artigo 96, estabelece aos Conselhos Federal e Estadual de Educação a busca pela qualidade da educação e da produtividade do ensino através do parâmetro custos. Para tanto, destacam-se melhorias:

- Promovendo a publicação anual das estatísticas do ensino e dados complementares, que deverão ser utilizados na elaboração dos planos de aplicação de recursos para o ano subsequente.
- Estudando a composição de custos do ensino público e propondo medidas adequadas para ajustá-lo ao melhor nível de produtividade.

Nesta mesma década, a nível internacional destaca-se o Relatório Coleman, executado pelos Estados Unidos, que passa a ser referência no levantamento de dados estatísticos em larga escala. A referida pesquisa buscou informações em cinco níveis de ensino com 645 mil alunos. O estudo foi resultado da conquista dos Direitos Civis de 1964, deste país. Bonamino e Franco

(1999) relatam que os dados de pesquisa se basearam em raça, cor, religião, origem geográfica e origem social com a intenção de responder a esta questão central: até que ponto os fatores pesquisados interveriam na educação? Os resultados demonstraram que os aspectos socioeconômicos interferem diretamente nos índices de aproveitamento escolar.

Em 1976 iniciam, nos programas de pós-graduação, as avaliações no Brasil pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), apoiado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC).

No final da década de 1980 emergem discussões em torno da democratização, da transparência de gestão e da qualidade da educação brasileira. A promulgação da Constituição Federal de 1988 possibilitou a elaboração de documentos importantes para nortear as políticas educacionais adequando-as aos acordos internacionais firmados.

Tais mudanças foram assinadas na Conferência Mundial de Educação realizada em 1990, em Jomtien, na Tailândia. Este evento foi preparado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). A conferência ficou conhecida através dos trabalhos registrados pela Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI, com o título Educação: um tesouro a descobrir. O Relatório desta Comissão, com autoria e organização de Jacques Delors, conhecido como “Relatório Delors”, destaca o papel da educação ao longo de toda a vida, diante das incertezas globais (a exemplo da escassez dos recursos naturais – a água). Posto esta realidade, a ênfase recai sobre o fazer docente tendo em vista o desenvolvimento de uma sociedade mais igualitária e justa - através do desenvolvimento humano - que seja capaz de fazer recuar a pobreza, a exclusão social, as opressões, etc. Para a comissão cabe à educação a garantia do sucesso escolar ao adotar sistemas mais flexíveis capazes de despertar os talentos e potencialidades de cada estudante (DELORS, 2001).

Neste sentido, a conclusão da comissão foi de que os estudantes da Educação Básica precisam dominar alguns elementos essenciais de aprendizagem, quais sejam: leitura, escrita, expressão oral, cálculo matemático, resolução de problemas. E, assinalam para a necessidade de reformas, principalmente nos países subdesenvolvidos. A este propósito apontam para a participação da comunidade local na avaliação das necessidades. Pois se a comunidade assume maior responsabilidade, aprende a defender o papel da educação. Este processo chama de descentralização na condução da autonomia em cada instituição de ensino e enfatiza a importância da participação dos docentes ao compreender que os estudantes de hoje chegam a escola “menos enquadrados pelas famílias ou pelos movimentos religiosos, mas cada vez mais informados” (DELORS, 2001, p.26 – 27).

Após longo período sem pesquisas expressivas, na Constituição Federal de 1988, o termo qualidade volta a ser discutido, embora, como afirma Horta Neto (2007), nenhum dispositivo legal tenha sido feito para regulamentar quais ações seriam realizadas. Na década de 1990, no ano de 1993, divulga-se o Plano Decenal de Educação para Todos. Nele estavam previstas ações para a melhoria da educação surgindo o embrião do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB).

Em 1995 no encontro internacional “Cúpula de Copenhague”, recomendou-se ao Banco Mundial o financiamento da educação através da troca entre a dívida externa e as reformas educacionais. O Banco Mundial passa então a fazer empréstimos e dispor de assistência técnica aos acordos firmados no Brasil, diretamente com os Governos Estaduais. Com isso, várias alterações tornaram-se perceptíveis no contexto escolar brasileiro:

no aumento do tempo de instrução; na oferta de livros didáticos, os quais são vistos como a expressão operativa do currículo e cuja produção e distribuição deve ser deixada ao setor privado; no melhoramento do conhecimento dos professores, privilegiando a formação em serviço em detrimento da formação inicial; sobre os aspectos financeiros e administrativos da reforma educativa, dentre os quais assume grande importância a descentralização; na descentralização em instituições escolares autônomas e responsáveis por seus resultados; na convocação para uma maior participação dos pais e da comunidade nos assuntos escolares; no impulso para o setor privado e organismos não governamentais como agentes ativos no terreno educativo, tanto nas decisões como na implementação; na mobilização e alocação eficaz de recursos adicionais para a educação como temas principais do diálogo e da negociação com os governos; um enfoque setorial; na definição de políticas e estratégias baseadas na análise econômica. Ficaria sob a responsabilidade dos governos manter centralizadas apenas quatro funções: fixar padrões; facilitar os insumos que influenciam o rendimento escolar; adotar estratégias flexíveis para a aquisição e uso de tais insumos e monitorar o desempenho escolar (PINHEIRO 2010, p. 36 – 37 apud ALTMANN, 2002).

Dentre as mudanças para a educação brasileira destaca-se a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), lei n. 9.394 promulgada em 20 de dezembro de 1996. Em seu Artigo 9º, inciso V, estabelece que cabe a União a coleta, a análise e a disseminação de informações sobre a educação.

No mesmo ano é criada a Secretaria de Avaliação e Informação Nacional (SEDIAE), com o intuito de pôr em prática as ações determinadas pela LDB. O Decreto n. 2.146/97 transfere as responsabilidades desta secretaria ao INEP, que passa a:

- Organizar e manter o sistema de informações e estatísticas educacionais.
- Planejar, orientar e coordenar o desenvolvimento de sistemas e projetos de avaliação educacional, visando o estabelecimento de indicadores de desempenho das atividades de ensino no país.
- Apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no desenvolvimento de sistemas e projetos de avaliação educacional.
- Desenvolver e implementar, na área educacional, sistemas de informação e documentação que abranjam estatísticas, avaliações educacionais, práticas pedagógicas e de gestão das políticas educacionais.

- Subsidiar a formulação de políticas na área de educação, mediante a elaboração de diagnósticos e recomendações decorrentes da avaliação da educação básica e superior.
- Coordenar o processo de avaliação dos cursos de graduação, em conformidade com a legislação vigente.
- Definir e propor parâmetros, critérios e mecanismos para a realização de exames de acesso ao ensino superior.
- Promover a disseminação de informações sobre avaliação da educação básica e superior.
- Articular-se, em sua área de atuação, com instituições nacionais, estrangeiras e internacionais, mediante ações de cooperação institucional, técnica e financeira, bilateral e multilateral (BONAMINO e FRANCO, 1999 p. 106).

Os aspectos até aqui apresentados funcionam como pano de fundo para movimentos relacionados a avaliação de forma bastante específica. Surge neste contexto o Sistema de Avaliação da Educação Básica.

## **1.2 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Os primeiros dados de pesquisa nas Políticas Públicas da Educação no Brasil datam da década de 1960 ainda de maneira bastante incipiente. Já nos anos de 1980, são resultantes do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino no Meio Rural do Nordeste (EDURURAL) que buscava avaliar a capacitação docente e objetivavam detectar o rendimento escolar e as taxas de promoção na escola primária. Os resultados das primeiras investigações serviram para a formulação de políticas voltadas para o enfrentamento do problema.

Uma das medidas apresentada para minimizar o fenômeno da retenção adotada nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, foi a promoção automática, pela adoção do Ciclo Básico de Alfabetização. Os dados foram coletados pela Fundação Carlos Chagas, pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e por pesquisadores internacionais estrangeiros, como forma de acompanhamento dos investimentos destinados à educação pelo Banco Mundial (BM) e, internamente pela Associação Nacional de Pesquisa em Educação (ANPED). Os resultados da pesquisa foram organizados pela Fundação Carlos Chagas, e demonstraram que o aproveitamento insuficiente e os altos índices de reprovação são decorrentes de vários fatores, dentre eles: salários baixos, infraestrutura insuficiente, interferências políticas na designação de profissionais, além das condições socioeconômicas do alunado, especialmente as condições de saúde (BONAMINO E FRANCO, 1999).

Segundo Bonamino e Franco (1999), o SAEB resulta, da necessidade de diagnóstico avaliativo do impacto do Projeto Nordeste, decorrente do VI Acordo MEC/Banco Internacional da Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). Sendo que em 1988 o piloto do SAEB foi aplicado nos estados do Paraná e Rio Grande do Norte. A priorização das áreas das linguagens

e da matemática decorrem das exigências do Banco Mundial (BM), visando verificar se os alunos têm assimilado os conceitos básicos validados nas “grades curriculares mínimas comuns” e se são capazes de aplicar tais conhecimentos na resolução de problemas cotidianos que deve se dar pela aquisição de habilidades e competências cognitivas.

O SAEB foi criado pela portaria n. 931, de 21 de março de 2005, que instituiu no Art. 1º dois processos de avaliação, a Avaliação Nacional de Educação Básica (ANEB) e a Avaliação Nacional de Rendimento Escolar (ANRESC), cujo objetivo foi o de produzir informações sobre o desempenho do aluno, de infraestrutura e das condições extracurriculares de ensino e aprendizagem. No mesmo ano, pela portaria n. 69, de 4 de maio, institui-se a Prova Brasil que levantou informações sobre cada escola pública e urbana do país. A Portaria n. 47, de 3 de maio de 2007, estabelece no Art.1º a sistemática de realização da ANEB e da ANRESC numa parceria com Estados, Distrito Federal e Municípios.

O SAEB então, é desenvolvido por amostragem nos finais do 1º e 2º Ciclos de Aprendizagem no Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio. Nesta avaliação acompanha o pacote de provas, um questionário para os gestores e outro para o professor regente, que servem para diagnosticar questões de infraestrutura e questões relacionadas ao Planejamento do Trabalho Docente (PTD).

A legislação no Brasil, a partir dos anos 2000, tem tido significativos avanços quanto a organização das avaliações de larga escala. A Figura 1 destaca a composição atual do SAEB.



**Figura 1** - Avaliações que compõem o SAEB

Fonte: INEP/MEC

A Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB) é realizada por amostragem das Redes de Ensino, em cada unidade da Federação e tem foco nas gestões dos sistemas educacionais. Por manter as mesmas características, a ANEB recebe o nome do SAEB em suas divulgações. Mais extensa e detalhada que a ANEB a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC) tem foco em cada unidade escolar. Por seu caráter universal, recebe o nome de Prova Brasil em suas divulgações (INEP, 2014).

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), pela portaria n. 867, de 4 de julho de 2012, cria o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC), acordo implementado entre governo federal, estados, municípios e instituições de ensino de todo o país, com o desafio de garantir que, até os oito anos de idade, todas as crianças brasileiras sejam alfabetizadas.

Para ajudar no cumprimento das metas do PNAIC, o MEC oficializa a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), anual e censitária, com o objetivo de avaliar a qualidade, a equidade, a eficiência do Ciclo de Alfabetização das redes públicas e produzir informações sistemáticas sobre as unidades escolares, de forma que cada unidade receba o resultado global.

No Art. 7º, da Portaria n. 482, de 7 de julho de 2013, está definido que o planejamento e a operacionalização são de competência do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), por meio da Diretoria de Avaliação da Educação Básica (DAEB). Cabe a este órgão, conforme publicado no Diário Oficial da União, em 10 de junho de 2013:

- I. Definir os objetivos específicos de cada pesquisa a ser realizada, alinhados às diretrizes definidas pelo Ministério da Educação (MEC) e pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), os instrumentos a serem utilizados, as séries e disciplinas, bem como as competências e as habilidades a serem avaliadas;
  - II. Definir abrangência, mecanismos e procedimentos de execução da pesquisa;
  - III. Implementar a pesquisa em campo; e,
  - IV. Definir as estratégias para disseminação dos resultados.
- Parágrafo único: O planejamento de cada uma das pesquisas definirá parâmetros básicos inerentes às aplicações anuais, que serão estabelecidos em Portaria específica do MEC – DOU de 10.06.2013.

O autor deste estudo enfatiza que mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem decorrem da abordagem pedagógica adotada pelo professor e da compreensão de qual é a tendência pedagógica que orienta a sua ação docente.

No Paraná, a tendência pedagógica, veiculada pelo governo, a partir de 2003, é a Histórico-Crítica, que preconiza uma pedagogia que parte da prática social, onde professor e aluno se encontram igualmente inseridos, ocupando, porém, posições distintas. A pedagogia Histórico-Crítica está empenhada em pôr em ação métodos de ensino eficazes.

Nessa perspectiva seus métodos estimularão a atividade e iniciativa dos alunos sem abrir mão da iniciativa do professor; favorecerão o diálogo dos alunos entre si e com o professor, sem deixar de valorizar o diálogo com a cultura acumulada historicamente; levarão em conta os interesses dos alunos, os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico, sem perder de vista a sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos (SAVIANI, 2007 ,p. 69).

Os contornos nacionais influenciam as jurisdições estaduais sobre processos de avaliação, surgindo assim o programa de avaliação no Paraná, o Sistema de Avaliação de Educação Básica do Estado do Paraná (SAEP).

Portanto, os documentos oficiais são elaborados para atender as necessidades de retornos a partir das análises das avaliações aplicadas em larga escala, as quais resultam em políticas públicas educacionais que interferem diretamente nas posturas adotadas nas salas de aulas pelo professor com ou sem a consciência ou discernimento de tais direcionamentos.

### **1.3 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO PARANÁ**

A ampliação do tempo de instrução firmada pela Emenda Constitucional n. 59 (BRASIL, 2009), amplia a faixa etária dos 4 aos 17 anos, obrigatório e gratuito, universalizando o Ensino Médio. Como função dos governos ficou a monitoração da avaliação através de experiências de avaliação em larga escala. Os primeiros ensaios do Sistema de Avaliação do Ensino Público (SAEP), na Educação Básica, datam da década de 1988 desenvolvidas através do MEC nos estados do Paraná e Rio Grande do Norte. Era interesse do Banco Mundial analisar o Projeto Nordeste e Paranaense (WERLE 2011, p. 774).

Assim, em 1990, inicia o 1º ciclo do SAEP (Nacional), de forma descentralizada, com o engajamento de técnicos das Secretarias de Educação e de professores. Em 1992 a responsabilidade pelas avaliações em larga escala em todo o país passa do MEC para o Instituto Nacional de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Neste período também se situam as primeiras experiências em nível estadual. Em 1993, segundo Werle (2011) o INEP convocou universidades para analisar os resultados do sistema de avaliação, buscando legitimidade acadêmica e reconhecimento social. Nos anos de 1995 o sistema de avaliação conta com empréstimos do Banco Mundial e passa a chamar-se Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), passando a reordenação da União. A avaliação passa a ser aplicada com o intervalo de dois em dois anos, focando os conhecimentos da Língua Portuguesa e da Matemática na 4ª e 8ª série (5º Ano e 9º Ano) e no 3º ano do Ensino Médio, por amostragem, nas redes públicas e privadas de ensino, em área urbana e rural (WERLE, 2011, p. 775).

Outro acontecimento importante nesta direção, é a Lei n. 9.394/96 que em seu Art. 87 reafirma a necessidade da avaliação do rendimento escolar. Parte daí a criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (FUNDEF). Este recurso seria distribuído entre Estado e seus Municípios de forma proporcional ao número de matrículas no ensino fundamental, visando proporcionar um padrão mínimo de qualidade de ensino. Dez anos mais tarde, em 2006, com a Emenda Constitucional n. 53 (BRASIL, 2006) criou-se o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação

Básica, com vigência para 2007 a 2020, consolidando as legislações na valorização do docente, das escolas e da educação.

O Plano Nacional de Educação (PNE) (2001) promulgado pela Lei n. 10.172 de 09 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), destaca a importância do estabelecimento de um sistema de avaliação para o Ensino Médio, como ocorre no Ensino Fundamental, sendo essencial o acompanhamento dos resultados para correção de possíveis equívocos, sendo que este mecanismo pode promover a eficiência e a igualdade no Ensino Médio. Assim surge o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) com o objetivo de assegurar a elevação de desempenho dos estudantes e para a verificação da aplicação das políticas públicas educacionais em andamento.

Embora o INEP tenha centralizado o sistema de avaliação, os estados passaram a criar suas próprias modalidades. O estado do Paraná criou um sistema próprio de ensino na década de 1990 e um Programa de Avaliação, com testes de Português e Matemática, que foi aplicado pela primeira vez em 1995, na 4ª série do Ensino Fundamental. Em 1996, foram aplicados testes na 8ª série do Ensino Fundamental em português, matemática, ciências, história e geografia, e português e matemática para o 2º ano do Ensino Médio. Já em 1997 e 1998, avaliaram-se, nos dois anos, a 4ª e 8ª série do Ensino Fundamental e as habilidades em língua portuguesa, matemática e ciências. O objetivo geral do programa era obter informações gerais sobre o nível de conhecimento e habilidades dos alunos da Educação Básica do estado.

Como as avaliações de sistema em nível nacional avaliam sistemas e não os alunos, as informações divulgadas após a sua realização, no caso o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), não eram suficientes para uma análise do rendimento individual de cada estudante, pois o índice, composto pela proficiência obtida nas disciplinas de língua portuguesa e matemática (Prova Brasil) e pela taxa de rendimento escolar (aprovação) apenas criam um ranking entre as melhores e as piores instituições escolares.

A Prova Brasil é aplicada apenas para os últimos anos do ensino fundamental, do 1º ao 5º ano, do 6º ao 9º ano, nas escolas que possuem turmas com média superior a 20 estudantes e o ensino médio é avaliado de forma amostral. Onde algumas instituições públicas e privadas são selecionadas para que seus estudantes façam a prova. Apenas citando como exemplo, segundo a SEED, 6% das instituições públicas do Paraná, que ofertam o ensino médio participaram da última avaliação em 2013. As médias obtidas por estes estudantes resultam em um único valor, o IDEB do Estado para o ensino médio.

Neste contexto, no Paraná, uma nova avaliação foi realizada apenas em 2012, com a criação do Sistema de Avaliação da Educação Básica do Paraná (SAEP), visando fomentar



mudanças em busca de uma educação de qualidade e que fornecesse aos gestores, equipe pedagógica e professores informações sobre o rendimento individual de seus estudantes.

Tal sistema foi constituído por instrumento de prova. A primeira prova foi aplicada no dia 22 de novembro de 2012 para 300 mil estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, do 3º ano do Ensino Médio e do último ano do Ensino Médio Técnico e de Formação de Docentes, no ano seguinte participaram deste processo os estudantes do 6º ano do ensino fundamental e do 1º ano do ensino médio, foram avaliados os conteúdos desenvolvidos em língua portuguesa e matemática.

Os resultados das avaliações realizadas em 2012, foram divulgados apenas para os gestores, equipe pedagógica e professores no 1º semestre de 2013, sem uma veiculação na mídia. Estes resultados foram apresentados através de boletins com o desempenho dos estudantes obtidos em nível estadual, municipal e da sua instituição. Os boletins informavam também as notas obtidas pela turma e pelo estudante, indicando o conteúdo que ele demonstrava ter conhecimento e domínio e os que ainda não havia se apropriado, possibilitando assim uma intervenção por parte dos responsáveis.

A constituição da prova do SAEP tem orientação segundo a matriz de referência e do destaque a descritores e distratores, que serão abordados neste trabalho nos próximos itens.

### **1.3.1 MATRIZ DE REFERÊNCIA**

Nas avaliações ocorridas em larga escala, as matrizes de referência apresentam o objeto dos testes, sendo formadas por um conjunto de descritores que apresentam as habilidades mínimas esperadas dos estudantes, em seus diversos níveis de complexidade, em cada disciplina e etapa de escolaridade. Cada matriz de referência é estruturada em tópicos ou temas e subdividida em descritores.

As matrizes são construídas a partir de estudos das propostas curriculares de ensino vigentes no país, além de pesquisas em livros didáticos e debates com educadores atuantes e especialistas em educação.

A matriz de referência é o referencial curricular do que é proposto para ser avaliado em cada disciplina e série e foi elaborada com base nos PCN (BRASIL, 2009).

Na Tabela 1 estão apresentados os elementos da matriz de referência de matemática para o 3º ano do Ensino Médio, sendo a primeira coluna referente aos temas, reconhecidos como

Conteúdos Estruturantes, a segunda coluna referente a sigla do descritor e na terceira estão salientados os conhecimentos correspondentes a cada descritor.

No Brasil, as primeiras matrizes de referência para avaliação foram apresentadas pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Desde então estas matrizes vêm sendo utilizadas como base para as avaliações realizadas pelos estados e municípios brasileiros que possuem seus próprios programas de avaliação em larga escala.

A matriz de referência do Sistema de Avaliação da Educação Básica do Paraná (SAEP), foi construída a partir da matriz de referência da Prova Brasil, do Caderno de Expectativas de Aprendizagem e das Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná. Para compor essa matriz foram definidas as expectativas consideradas básicas para os estudantes dos períodos escolares avaliados. Tais expectativas foram descritas sob a forma de capacidades e conhecimentos específicos, com o objetivo de garantir os requisitos estabelecidos pelo modelo de avaliação adotado e a utilização da escala de proficiência do SAEB (PARANÁ, 2012, p. 15).

### **1.3.2 DESCRITORES**

O descritor de uma matriz de referência é o detalhamento de uma determinada habilidade cognitiva (em termos de grau de complexidade), que está sempre associada a um conteúdo que o estudante deve dominar na etapa de ensino em análise. Esses descritores são expressos da forma mais detalhada possível, permitindo-se a mensuração por meio de aspectos que podem ser observados (PARANÁ, 2012).

Há descritores que permitem a elaboração de itens por meio de situações-problema. Outros focalizam conhecimentos de nível técnico (apenas conceitual) e dão origem a itens com textos curtos (calcule, efetue) bastante usuais em livros didáticos e no ensino de matemática.

Sendo assim, a matriz e os descritores são base para a formulação de itens. Itens podem ser entendidos como questões.

Nas avaliações em larga escala o item pode ser considerado como uma questão, é a unidade básica de um instrumento de coleta de dados, ou seja, avalia um único conhecimento indicado por um descritor da Matriz de Referência. (PARANÁ, 2012, p. 16)

**Tabela 1 - Matriz de Referência de Matemática – Paraná - 3º ano do Ensino Médio**

TEMAS	DESCRIPTOR	CONHECIMENTOS
I – NÚMEROS E ÁLGEBRA	D2	Reconhecer números reais representados em diferentes contextos.
	D12	Determinar a solução de um sistema linear associando-o à uma matriz.
	D13	Identificar a representação algébrica que modela uma situação descrita em um texto.
	D14	Relacionar as raízes de um polinômio com sua decomposição em fatores do 1º grau.
	D51	Resolver problemas que envolvam porcentagem.
	D52	Resolver problemas envolvendo juros compostos.
II - GRANDEZAS E MEDIDAS	D15	Resolver problema utilizando relações entre diferentes unidades de medida.
	D19	Resolver problema envolvendo medida da área total e/ou lateral de um sólido.
	D20	Resolver problema envolvendo noção de volume.
	D21	Utilizar relações métricas do triângulo retângulo para resolver problemas.
	D22	Determinar no ciclo trigonométrico os valores de seno, cosseno e tangente de um arco no intervalo $(0, 2\pi)$ .
III – FUNÇÕES	D23	Reconhecer intervalos de crescimento/decrescimento, ponto(s) de máximo/mínimo, e/ou zeros de funções reais representadas em um gráfico.
	D24	Identificar a representação gráfica que modela uma situação descrita em um texto.
	D28	Associar o gráfico de uma função exponencial à sua representação algébrica ou vice-versa.
	D30	Resolver problemas reconhecendo a progressão aritmética como uma função do 1º grau definida no conjunto dos números inteiros positivos.
	D32	Resolver problemas envolvendo função exponencial.
	D33	Associar o gráfico de uma função logarítmica à sua representação algébrica ou vice-versa.
	D34	Associar o gráfico de uma função modular à sua representação algébrica ou vice-versa.
	D35	Resolver problemas que envolvam progressões aritméticas ou geométricas.
IV – GEOMETRIAS	D43	Reconhecer o seno, o cosseno e a tangente como razões entre os lados de um triângulo retângulo.
	D46	Resolver problemas que envolvam razões trigonométricas no triângulo retângulo.
	D48	Resolver problemas que envolvam a distância entre dois pontos no plano cartesiano.
	D49	Identificar a equação da reta apresentada a partir de dois pontos dados ou de um ponto e sua inclinação.
	D50	Resolver problemas envolvendo posições relativas entre duas circunferências.
V -TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO	D54	Resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos.
	D55	Resolver problemas que envolvam as medidas de tendência central.
	D56	Resolver problemas envolvendo noções de análise combinatória.
	D57	Resolver problemas que envolvam noções de probabilidade.

Fonte: PARANÁ (2012)

A Figura 2 apresenta um exemplo de item utilizado na avaliação:

(M120098A8) O quadro abaixo apresenta o preço da carne nobre bovina, por quilograma, no açougue Carne Boa.

Carnes Nobres Bovina	
Filé Mignon	R\$ 11,59
Alcatra	R\$ 9,50
Picanha	R\$ 12,90
Contra-Filé	R\$ 9,50
Lagarto	R\$ 7,80

Paulo usou a média aritmética, para encontrar o custo médio por quilograma dessas carnes nobres. O custo médio dessas carnes, por quilograma, é

A) R\$ 11,59  
 B) R\$ 10,76  
 C) R\$ 10,26  
 D) R\$ 9,50  
 E) R\$ 8,36

**Figura 2** - Exemplo de questão para avaliação de um item  
 Fonte: PARANÁ (2012)

Para a organização de um item há preocupação com um conteúdo específico além de serem elencadas as condições e recursos que o aluno disponibilizará para a sua resolução.

O item avalia um conjunto de habilidades da competência ou do conhecimento que se pretende medir, quando é feita a análise da resolução levantam-se todas as possibilidades de acertos e erros sobre cada questão. O item destacado na Figura 2 tem como conteúdo Média Aritmética. Segundo Larson e Farber (2010) “A média aritmética de um conjunto de dados é a soma das entradas de dados dividida pelo número de entradas”.

No entanto para se ter a real compreensão do item é importante identificar o conjunto numérico apresentado, no caso um conjunto de números racionais, somar todos os valores do quadro da Figura 2 ( $11,59 + 9,50 + 12,90 + 9,50 + 7,80 = 51,29$ ) e dividir o total por 5, assim obterá o resultado 10,258 que corresponde a alternativa C, 10,26 reais.

O Núcleo Regional de Educação (NRE) de Ponta Grossa tem sob sua jurisdição 11 municípios e 114 instituições de ensino. Destas 72 ofertam o Ensino Médio. Participaram desta primeira avaliação do SAEP, em 2012, 65 instituições distribuídas nos 11 municípios, totalizando 3392 estudantes. Como os dados foram obtidos a partir de boletins informativos por instituição e a contagem dos acertos feita manualmente, optou-se neste momento, de fazer a análise apenas de quatro, dos 28 descritores que compõem a matriz de referência do SAEP, os quatro relacionados ao tema Tratamento da Informação.

### 1.3.3 DISTRATORES

São cinco as possibilidades de resposta para cada item da avaliação, com apenas uma correta, chamada descritor. As demais são denominadas distratores, que procuram focalizar erros comuns dando informações para a análise da proficiência e do raciocínio utilizado pelo aluno para solucionar a questão proposta. A análise das respostas dos estudantes permite identificar os erros mais comuns nos diversos níveis de proficiência.

Na questão apresentada na Figura 2, o aluno precisa entender o contexto do problema e perceber que se trata de determinar a média aritmética de cinco números representados em forma decimal, apresentados em um quadro. Para um melhor entendimento, pode-se utilizar a análise feita no item da Figura 2:

A alternativa correta, C, foi assinalada por 37% dos alunos. Os alunos que assinalaram a alternativa A, 14,3%, não se apropriaram do enunciado do problema e assinalaram o primeiro valor apresentado no quadro. Os alunos que assinalaram alternativa B, 13,9%, reconheceram a ideia de média aritmética presente no item, mas erraram ao efetuar as operações. A alternativa D foi escolhida por 21,6% dos alunos que consideraram como média aritmética o valor que aparece duas vezes. Nesse caso eles podem ter confundido média aritmética com moda. Aqueles que assinalaram a alternativa E, 12,8%, não se apropriaram do enunciado do problema e assinalaram o menor valor apresentado nas alternativas de resposta (PARANÁ, 2012).

### 1.3.4 ESCALA DE PROFICIÊNCIA E PADRÕES DE DESEMPENHO

Segundo Peterson, Kolen e Hoover (1993, p. 221) “A Escala de Proficiência refere-se a números atribuídos aos indivíduos com base em seu desempenho em um teste e pretende refletir níveis crescentes de Competência”. Dessa forma, a escala representa um *continuum* ordenado crescente dos desempenhos dos alunos em uma avaliação. A Escala de Proficiência foi desenvolvida com o objetivo de traduzir medidas em diagnósticos qualitativos do desempenho escolar (PARANÁ, 2012).

Em geral, para as avaliações em larga escala da Educação Básica realizadas no Brasil, os resultados dos alunos em Matemática são colocados em uma mesma Escala de Proficiência definida pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (PARANÁ, 2013).

Os resultados da avaliação de Matemática e Língua Portuguesa são organizados em uma Escala de Proficiência, a escala é numérica e varia de 0 a 500. Os níveis são subdivididos de 25 em 25.

Os Padrões de Desempenho são categorias, definidas a partir de cortes numéricos, que agrupam os níveis da Escala de Proficiência com base nas metas educacionais estabelecidas

pelo SAEP. Esses cortes dão origem a quatro Padrões de Desempenho, os quais apresentam o perfil de desempenho dos alunos:

- I. Abaixo do Básico – proficiência inferior a 275 pontos;
- II. Básico – proficiência de 275 a 350 pontos;
- III. Adequado – proficiência de 350 a 375 pontos;
- IV. Avançado – proficiência acima de 375 pontos.

O primeiro padrão - Abaixo do Básico, com proficiência até 275 pontos, constata-se, que os alunos demonstram conhecimentos relativos à Literácia Estatística. Eles interpretam dados em um gráfico de colunas por meio da leitura de valores no eixo vertical; identificam dados em uma lista de alternativas, utilizando-os na resolução de problemas, relacionando informações apresentadas em gráficos e tabelas; identificam gráfico (barra/coluna) correspondente a uma tabela, inclusive com dupla entrada e vice-versa. Esses alunos localizam informações em gráficos de colunas duplas, resolvem problemas que envolvem as operações e a interpretação de dados apresentados em gráficos de barras ou em tabelas (inclusive com duas entradas); identificam gráfico de colunas que corresponde a uma tabela com números positivos e negativos ou apresentados de forma textual; resolvem problemas mais complexos envolvendo as operações, usando dados apresentados em tabelas de múltiplas entradas e conseguem identificar e ler gráfico de setor correspondente a uma tabela e vice-versa.

Com proficiência de 275 a 350 pontos, no padrão Básico, além dos conhecimentos do padrão abaixo do básico, os alunos reconhecem o gráfico de linhas correspondente a uma sequência de valores ao longo do tempo (com valores positivos e negativos) e analisam gráficos de colunas representando diversas variáveis.

Já no padrão Adequado, com pontuação entre 350 e 375, os alunos também estimam quantidades baseadas em gráficos de diversas formas e analisam um gráfico de linhas com sequência de valores.

E no padrão Avançado – acima de 375 pontos, os alunos resolvem problemas de contagem envolvendo permutação e calculam a probabilidade de um evento, usando o princípio multiplicativo para eventos independentes, conseguem resolver problemas de contagem mais sofisticados, usando o princípio multiplicativo e combinações simples.

As instituições que participaram da avaliação, receberam boletins informativos indicando o percentual de estudantes alocados em cada um dos padrões de desempenho. O boletim, também traz o total de estudantes que participaram da prova, assim a instituição consegue determinar a quantidade de alunos que estão no padrão: Abaixo do Básico, Básico, Adequado ou Avançado. Além deste boletim, a instituição tem acesso aos resultados

individuais dos estudantes, onde é possível saber quais itens foram corretamente solucionados, conseqüentemente em qual descritor o estudante obteve sucesso, demonstrando ter se apropriado do respectivo conteúdo. Através da análise destes resultados individuais foi possível tabular os dados chegando a uma proficiência média, ou seja, percentual de acertos em cada um dos descritores. Por exemplo, o descritor D54 (Resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos) teve um percentual 75,4% de acerto no NRE de Ponta Grossa. Também foi possível determinar o percentual de acerto por livro didático utilizado. Nos capítulos seguintes será apresentada a análise completa da proficiência média dos estudantes em cada descritor analisado e por livro adotado.

## 2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Nas últimas décadas os conteúdos de estatística, probabilidade e combinatória passaram a fazer parte dos referenciais curriculares de muitos países inclusive do Brasil. Conseqüentemente, também passam a compor o rol de conteúdos dos livros didáticos utilizados pelas instituições educacionais. Estes livros, são distribuídos gratuitamente à rede pública de ensino pelo Governo Federal, através do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Este programa foi implantado em 2004, visando a universalização de livros didáticos para os estudantes do Ensino Médio em todo o país. Porém o autor questiona, se realmente estes conteúdos foram incorporados no ambiente escolar, de forma mais específica, nas aulas de matemática, de tal modo que os estudantes tenham a real compreensão dos conteúdos e possam interagir com os mesmos em diversas situações, principalmente em avaliações educacionais internas ou externas, onde os estudantes serão testados. Desta forma justifica-se esta pesquisa, que parte da análise do desempenho dos estudantes na avaliação do SAEP e se de alguma forma o livro didático adotado pela instituição tem influência no desempenho obtido.

Na próxima seção apresenta-se, em linhas gerais, as recomendações de como estes conteúdos devem ser conduzidos de acordo com documentos oficiais, bem como a legislação vigente. Também são analisados seis livros didáticos, atualmente utilizados pelos colégios estaduais de todos os municípios jurisdicionados ao NRE de Ponta Grossa.

A importância atribuída ao tratamento da informação é justificada, nos PCN, pela forte demanda social:

É cada vez mais frequente a necessidade de se compreender as informações veiculadas, especialmente pelos meios de comunicação, para tomar decisões e fazer previsões que terão influência não apenas na vida pessoal, como na de toda a comunidade. Estar alfabetizado, neste final de século supõe saber ler e interpretar dados apresentados de maneira organizada e construir representações, para formular e resolver problemas que impliquem o recolhimento de dados e a análise de informações. Essa característica da vida contemporânea traz ao currículo de Matemática uma demanda em abordar elementos da estatística, da combinatória e da probabilidade, desde os ciclos iniciais. (BRASIL, 1997, pp. 131, 132)

A investigação que aqui se apresenta foi desenvolvida no âmbito do ensino médio, tendo em vista a inquietação inicial de buscar conhecer, averiguar e discutir as implicações do ensino dos conteúdos básicos referente ao Tratamento da Informação indicados para essa etapa educacional.



## **2.1 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO (PCNEM)**

A antiga Lei n. 5692/71 assegurava que o 2º grau, atual ensino médio, caracterizava-se por duas funções básicas: preparar o aluno para o prosseguimento dos estudos (ensino superior, por exemplo) e habilitar para exercício de uma profissão técnica. Essa lei foi substituída pela Lei n. 9394/96, que reestrutura o 2º grau, passando este a se denominar “ensino médio”.

A nova lei estabelece que o ensino médio deve assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar o educando dos instrumentos que o permitam “continuar aprendendo”, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos “fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos” (Art.35, incisos I a IV) (LDB, 1996).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), explicita o ensino médio como a “etapa final da educação básica” (Art. 21), sendo a educação básica composta pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio (Art. 36).

Em acordo com as leis da Educação Nacional, a UNESCO aponta como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea, incorporando às diretrizes gerais e orientadoras da proposta curricular, quatro premissas que a educação básica deve propiciar: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.

Assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) estabelecem uma base comum organizada em três áreas curriculares, sendo elas: Linguagens e Códigos; Ciências Humanas e Ciências da Natureza; Matemática e suas Tecnologias. Essa última área citada é composta pelas disciplinas de Biologia, Física, Química e Matemática.

Cada uma dessas áreas, bem como suas disciplinas afins, é constituída por seus temas estruturais.

Na Matemática os temas estruturadores ou eixo norteadores são: 1. álgebra: números e funções, 2. geometria e medidas e 3. análise de dados.

Como o objetivo, deste trabalho é o ensino e a aprendizagem de Matemática, mais especificamente os conceitos de estatística, probabilidade e análise combinatória no ensino médio, optou-se apenas pela discussão dos temas estruturais de matemática da análise dos dados, e destacamos seus objetivos:

- Identificar formas adequadas para descrever e representar dados numéricos e informações de natureza social, econômica, política, científica tecnológica ou abstrata.
- Ler e interpretar dados e informações de caráter estatístico apresentados em diferentes linguagens e representações, na mídia ou em outros textos e meios de comunicação.
- Obter médias e avaliar desvios de conjuntos de dados ou informações de diferentes naturezas.
- Compreender e emitir juízos sobre informações estatísticas de natureza social, econômica, política ou científica apresentadas em textos, notícias, propagandas, censos, pesquisas e outros meios (PCNEM, 2004, p.127, CD-ROM).

O tema estruturador: análise de dados, é constituído por três unidades temáticas: estatística, contagem e probabilidade, conteúdos abordados nesta dissertação.

## **2.2 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E AS DIRETRIZES CURRICULARES ORIENTADORAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Os conteúdos básicos de estatística, probabilidade e combinatória, que constituem o Tratamento da Informação, são extremamente importantes na formação plena de nossos estudantes. A apropriação destes conceitos contribui para o real entendimento e possibilitam uma visão mais profunda a cerca de informações que diariamente são expostas em meios de comunicação. Informações que, se bem interpretadas, influenciam de forma positiva o dia a dia dos estudantes e de toda a sociedade.

O tratamento da informação é um conteúdo estruturante que contribui para o desenvolvimento de condições de leitura crítica dos fatos que ocorrem na sociedade e para a interpretação de tabelas e gráficos que, de modo geral, são usados para apresentar ou descrever informações (PARANÁ, 2008, p.15).

As Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE), publicadas em 2008, são fruto de uma ampla discussão coletiva que envolveu, em encontros, simpósios e semanas de estudos pedagógicos os professores da rede estadual de ensino no período de 2004 a 2008. Este documento apresenta os fundamentos teórico-metodológicos e os conteúdos estruturantes, básicos e a avaliação separados por série/ano para o ensino fundamental e a listagem dos mesmos para o ensino médio sem determinar em que ano tal conteúdo deverá ser abordado, porém estes deverão ser o ponto de partida para a organização da Proposta Pedagógica Curricular (PPC) da escola e do Plano de Trabalho Docente (PTD) do professor.

A Tabela 2, traz a organização dos conteúdos de matemática para o ensino médio, este documento está organizado em um quadro com três colunas. A primeira apresenta os cinco Conteúdos Estruturantes, a segunda os Conteúdos Básicos correspondentes aos Estruturantes e

na terceira e última coluna apresenta a Avaliação, com o que se espera que os estudantes aprendam ao final do período letivo.

**Tabela 2 - Organização dos conteúdos de matemática para o Ensino Médio**

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	AVALIAÇÃO
NÚMEROS E ÁLGEBRA	Números Reais; Números Complexos; Sistemas Lineares; Matrizes e Determinantes; Polinômios; Equações e Inequações Exponenciais, Logarítmicas e Modulares.	Amplie os conhecimentos sobre conjuntos numéricos e aplique em diferentes contextos; Compreenda os números complexos e suas operações; Conceitue e interprete matrizes e suas operações; Conheça e domine o conceito e as soluções de problemas que se realizam por meio de determinantes; Identifique e realize operações com polinômios; Identifique e resolva equações, sistemas de equações e inequações, inclusive as exponenciais, logarítmicas e modulares.
GRANDEZAS E MEDIDAS	Medidas de Área; Medidas de Volume; Medidas de Grandezas Vetoriais; Medidas de Informática; Medidas de Energia; Trigonometria.	Perceba que as unidades de medidas são utilizadas para a determinação de diferentes grandezas e compreenda as relações matemáticas existentes nas suas unidades; Aplique a lei dos senos e a lei dos cossenos de um triângulo para determinar elementos desconhecidos.
FUNÇÕES	Função Afim; Função Quadrática; Função Polinomial; Função Exponencial; Função Logarítmica; Função Modular; Progressão Aritmética; Progressão Geométrica.	Identifique diferentes funções e realize cálculos envolvendo-as; Aplique os conhecimentos sobre funções para resolver situações-problema; Realize análise gráfica de diferentes funções; Reconheça, nas sequências numéricas, particularidades que remetam ao conceito das progressões aritméticas e geométricas; Generalize cálculos para a determinação de termos de uma sequência numérica.
GEOMETRIAS	Geometria Plana; Geometria Espacial; Geometria Analítica; Geometrias não-euclidianas.	Amplie e aprofunde os conhecimentos de geometria Plana e Espacial; Determine posições e medidas de elementos geométricos através da Geometria Analítica; Perceba a necessidade das geometrias não-euclidianas para a compreensão de conceitos geométricos, quando analisados em planos diferentes do plano de Euclides; Compreenda a necessidade das geometrias não-euclidianas para o avanço das teorias cinéticas; Articule ideias geométricas em planos de curvatura nula, positiva e negativa; Conheça os conceitos básicos da Geometria Elíptica, Hiperbólica e Fractal (Geometria da superfície esférica).
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO	Análise Combinatória; Binômio de Newton; Estudo das Probabilidades; Estatística; Matemática Financeira.	Recolha, interprete e analise dados através de cálculos, permitindo-lhe uma leitura crítica dos mesmos; Realize cálculos utilizando Binômio de Newton; Compreenda a ideia de probabilidade; Realize estimativas, conjecturas a respeito de dados e informações estatísticas; Compreenda a Matemática Financeira aplicada aos diversos ramos da atividade humana; Perceba, através da leitura, a construção e interpretação de gráficos, a transição da álgebra para a representação gráfica e vice-versa.

Fonte: Paraná, 2008, p. 80-81

Estas DCE, para o seguimento do Ensino Médio, no que tange o Tratamento da Informação, trazem que:

No Ensino Médio, o conhecimento denominado Tratamento da Informação é um meio para resolver problemas que exigem análise e interpretação. Trata de problemas de contagem que exigem cálculos elaborados e engloba uma grande variedade de técnicas de resolução, tal como a análise combinatória, que abrange arranjos, permutações e combinações. [...]. Para o trabalho com o Conteúdo Estruturante Tratamento da Informação, o aluno do Ensino Médio deve dominar os conceitos do conteúdo binômio de Newton, pré-requisito também para a compreensão do conjunto de articulações que se estabelecem entre análise combinatória, estatística e probabilidade. As propriedades do binômio de Newton são ricas em agrupamentos, disposição de coeficientes em linhas e colunas e ideia de conjuntos e subconjuntos. Tanto o teorema das colunas como o teorema das diagonais trazem implícito o argumento binomial e o argumento combinatório, o que possibilita articular esses conceitos com os presentes em outros conteúdos. No cálculo de probabilidades, por exemplo, usa-se distribuição binomial quando o experimento constitui uma sequência de ensaios ou tentativas independentes. Os conteúdos de estatística e probabilidade, no Ensino Médio, devem estar inter-relacionados de modo que o estudante perceba as vinculações entre os mesmos, possibilitando a solução de problemas (LOPES & FERREIRA, 2004, p. 02). A integração da probabilidade com a estatística possibilita “um ensino com características interdisciplinares”, de modo a oferecer ao estudante conhecimentos menos fragmentados por meio de experiências que propiciem observações e conclusões, contribuindo para a formação do pensamento matemático. Essa formação permite observar, por exemplo, que medidas estatísticas – distribuição de frequências, medidas de posições, dispersão, assimetria e curtose – não são fatos encerrados em si. Pela manifestação e/ou ocorrência das ações e relações humanas, num dado espaço-tempo, o estudo da probabilidade permite diferentes olhares sobre o mundo, o que leva a uma leitura diferenciada daquela de determinismo e exatidão que, em geral, encontra-se na disciplina de Matemática (PARANÁ, 2008, p. 61-62).

O parecer CEE/CEB N.º 130/10 do Conselho Estadual de Educação do Paraná (CEE) aprovado em 11/02/10 determina que a Secretaria de Estado da Educação (SEED), deve substituir a expressão – Diretrizes Curriculares da Educação Básica por Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino, entendendo-se que as Diretrizes Curriculares Nacionais já foram traçadas pelo Conselho Nacional, porém manteve-se a sigla DCE.

### **2.3 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO E O CADERNO DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM**

O Caderno de Expectativas de Aprendizagem é um documento que foi elaborado de forma coletiva, pelos professores e técnicos pedagógicos nos Núcleos Regionais de Educação em um momento destinado ao planejamento de atividades, na Semana Pedagógica do segundo semestre de 2011. Professores se reuniram por disciplina de atuação e, orientados por técnicos-pedagógicos dos Núcleos Regionais de Educação e professores pedagogos, discutiram e contribuíram na elaboração das Expectativas de Aprendizagem que expressam o que é indispensável ao aluno saber ao final de cada etapa da educação básica. Assim:

As Expectativas de Aprendizagem, entendidas como elementos balizadores e indicadores de objetivos a serem atingidos, notabilizam-se pelo seu potencial de qualificação e democratização do ensino público ofertado à população, uma vez que: 1) contribuem para a qualificação do ensino, na medida em que, coerentes com as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual, expressam claramente, embora de forma ampla, os conteúdos fundamentais que devem ser ensinados/aprendidos em cada uma das disciplinas do currículo escolar; 2) podem ser consideradas instrumentos pedagógicos de democratização do ensino, ao serem apropriadas por todo o conjunto de estabelecimentos e professores, na medida em que asseguram a todos uma mesma baliza geral de temas/conteúdos que devem ser ensinados/aprendidos (PARANÁ, 2012).

Este documento está organizado, com relação aos conteúdos, da mesma forma que as DCE. Traz na primeira coluna quatro conteúdos estruturantes, do 6º ao 8º ano do ensino fundamental: Números e Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometrias e Tratamento da Informação, acrescentando ao 9º ano do ensino fundamental e a todos os anos do ensino médio o conteúdo estruturante Funções. Na segunda coluna, os conteúdos básicos referentes a cada estruturante e na terceira coluna apresenta as Expectativas de Aprendizagem numeradas de 1 a 254, onde as Expectativas referentes ao conteúdo estruturante em estudo estão numeradas de 242 a 254. A Tabela 3 é um recorte deste documento e apresenta a organização para o Conteúdo Estruturante Tratamento da Informação.

**Tabela 3 - Organização do conteúdo estruturante tratamento da informação**

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM
Tratamento da Informação	Análise Combinatória	242. Compreenda, aplique e generalize os princípios e conceitos da Análise Combinatória. 243. Efetue cálculos envolvendo os agrupamentos de permutação, arranjo e combinação. 244. Resolva situações-problema envolvendo os agrupamentos de Análise Combinatória. 245. Realize cálculos utilizando Binômio de Newton.
	Binômio de Newton	246. Compreenda a teoria e a linguagem das probabilidades, identificando fenômenos e experimentos aleatórios, espaço amostral e evento. 247. Calcule a probabilidade de ocorrência de um evento, inclusive com a união e interseção de eventos.
	Estudo das probabilidades	248. Resolva situações-problemas envolvendo o cálculo de probabilidades. 249. Interprete dados e informações estatísticas expressas em tabelas e/ou gráficos.
	Estatística	250. Organize e transcreva dados e informações estatísticas em linguagem tabular e/ou gráfica. 251. Interprete a representação gráfica de uma distribuição de frequência em classes.
	Matemática Financeira	252. Conceitue, interprete e calcule medidas de tendência central (moda, média e mediana) e de dispersão (variância e desvio padrão). 253. Resolva situações-problema envolvendo dados e informações estatísticas. 254. Resolva situações-problema envolvendo conceitos de Matemática Financeira.

Fonte: PARANÁ, 2012

Observa-se que os documentos oficiais apresentam o tema Tratamento da Informação e seus conteúdos básicos quase que em sua totalidade da mesma forma e com os mesmos objetivos a serem alcançados ao final da etapa de ensino. Veremos na sequência como estes conteúdos são abordados e em que momento figuram nos livros didáticos utilizados pelos professores das instituições de ensino do NRE de Ponta Grossa, que tiveram seus estudantes avaliados no SAEP 2012.

## **2.4 TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO**

Nas tendências curriculares atuais tem sido privilegiada a ideia de um ensino voltado para a construção de competências. Contudo, nessas orientações curriculares também é afirmado que a construção de competências não dispensa a construção de saberes, pois são exatamente tais saberes que estão na base das competências.

Dessa forma, é papel fundamental de um livro didático favorecer a aquisição, pelo aluno, dos conteúdos que compõem a matemática escolar. É desta matemática que o aluno deve se apropriar, não como um repertório de fórmulas e algoritmos, mas como saber-fazer matemático que o habilite a resolver problemas do seu dia a dia ou de sua prática profissional futura (CARVALHO, 2010).

O livro didático é uma das ferramentas didáticas (talvez a única) mais utilizadas pelos professores para administrar o processo de ensino e aprendizagem. Sua escolha deve ser feita de forma criteriosa e de acordo com as expectativas de aprendizagem determinadas nas concepções do Projeto Político Pedagógico e com estratégias didáticas adequadas ao nível dos estudantes.

Através do livro, os conteúdos e estratégias de ensino são desenvolvidas, determinando de certo modo a maneira como o trabalho do professor é feito, pode auxiliar o professor em relação aos métodos utilizados, atividades que serão desenvolvidas para que os estudantes aprendam além de aumentar o tempo de contato dos estudantes com a disciplina, direcionando tarefas e pesquisas de conteúdos que foram ou serão abordados.

O Quadro 1 apresenta as coleções de livros didáticos de matemática do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que em 2012 compuseram o Guia de Livros Didáticos do PNLD.

**Quadro 1 – Livros de Matemática Presentes no PNLEM**

Referência do Livro	Livro
IEZZI, Gelson; DULCE, Osvaldo; DOMINGUES, Hygino Hugerros; PERIGO, Roberto; DEGENSZAJIN, David Mauro e ALMEIDA, Nilze Silveira de. Matemática: Ciências e Aplicações: vol. 1, 2, 3. São Paulo: Saraiva, 2011.	Livro 1
SOUZA, Joamir. Novo Olhar - Matemática: vol. 1, 2, 3. São Paulo: FTD, 2010.	Livro 2
RIBEIRO, Jackson. Matemática Ciência, Linguagem e Tecnologia: vol. 1, 2, 3. São Paulo: Scipione, 2011.	Livro 3
PAIVA, Manoel Rodrigues. Matemática: vol. 1, 2, 3. São Paulo: Moderna, 2011.	Livro 4
SMOLE, Kátia Cristina Stocco e DINIZ, Maria Igenes de Souza Vieira. Matemática: Ensino Médio: vol. 1, 2, 3. São Paulo: Saraiva, 2011.	Livro 5
DANTE, Luiz Roberto. Matemática: Contexto e Aplicações – volume único. São Paulo: Ática, 2010.	Livro 6
BARROSO, Juliane Matsubara. Conexões com a Matemática: vol. 1, 2, 3. São Paulo: Moderna, 2010.	Livro 7

Fonte: O Autor

O Guia de Livros Didáticos PNLD-2012, apresentou para análise e escolha do corpo docente sete coleções. Destas, o grupo de professores que atuam nas instituições de ensino pertencentes ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa, optou por seis obras, da relação apresentada no Quadro 1, apenas o livro 6 não foi adotado por nenhuma instituição.

Os seis livros didáticos abordam o conteúdo Estruturante Tratamento da Informação com os conteúdos básicos: Estatística, Probabilidade e Análise combinatória, estes foram analisados. Esta análise teve por objetivo verificar em que momento são introduzidos e trabalhados os conteúdos citados nesta pesquisa e se as abordagens didáticas sobre os conceitos estatísticos levam os alunos ao real aprendizado, ou se o enfoque principal está calcado apenas na leitura e interpretação de gráficos e tabelas.

Todos os livros estão com seus conteúdos em consonância aos critérios que sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), de 2000; os PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) de 2002, bem como nas Diretrizes Curriculares Orientadoras de Matemática para a Educação Básica do Estado do Paraná (DCE).

### 2.4.1 ANÁLISE DOS LIVROS

A análise foi feita a partir das obras e do Guia do PNLD-2012 e observou-se divergências em relação a ordem das apresentações dos conteúdos, como segue descrito de forma mais específica por livro, apenas registra-se que a abordagem inicial dos conteúdos em todos os livros é feita através de exercícios ou situações que procuram levantar os conhecimentos prévios dos alunos ou motivá-los ao estudo.

#### a) Livro 1

Os conteúdos relacionados à presente pesquisa são distribuídos neste livro, nos volumes 2 e 3. São organizados em unidades, subdivididas em capítulos.

Os temas: Combinatória: Princípio Fundamental da Contagem; Fatorial; Agrupamentos Simples; Permutações, Arranjos, Combinações; Permutações com Repetição e Probabilidade: Espaço Amostral, Evento; Relação com Frequência Relativa, Equiprobabilidade, União e Intersecção de Eventos; Probabilidade Condicional; Lei Binomial; Histórico do Conceito são apresentados nos capítulos 15 e 17, respectivamente, no volume da 2ª série, que é composta por 17 capítulos. E o tema Estatística: Variável; Tabelas de Frequência; Representações Gráficas; Medidas de Centralidade e de Dispersão, é abordado no oitavo e último capítulo do volume da 3ª série, conforme página 40.

De acordo com o PNLEM-2012, as atividades propostas na abertura dos capítulos para a introdução dos conteúdos são simples e logo há a apresentação dos conteúdos sistematizados. Os exercícios de aplicação são análogos aos da introdução e alguns são para treino de procedimentos e aplicação de fórmulas.

Com relação aos conteúdos, o Princípio Fundamental da Contagem e o Diagrama de Árvores são apresentados na introdução à Análise Combinatória e na Estatística. Os conteúdos são abordados de forma contextualizada, porém deixa-se de lado um trabalho mais investigativo no que tange os resultados das pesquisas e das medidas estatísticas.

#### b) Livro 2

Este livro, como os demais, está organizado em três volumes. Os volumes dividem-se em unidades que por sua vez subdividem-se em capítulos. A seguir são descritos os conteúdos relacionados nesta pesquisa e em que momento eles aparecem e são abordados nesta obra.



2ª série – 5 unidades - 9 capítulos.

Unidade 2 – Matemática financeira e Estatística

Capítulo 3 - Matemática financeira: juros; amortização.

Capítulo 4 - Estatística: gráficos; tabelas; medidas de tendência central.

Unidade 5 – Análise combinatória e probabilidade

Capítulo 8: Princípio fundamental da contagem; fatorial; análise combinatória; Binômio de Newton.

Capítulo 9: Probabilidade; probabilidade condicional; estatística e probabilidades

3ª série – 5 unidades - 8 capítulos.

Unidade 1 – Estatística

Capítulo 1: Estatística: variáveis; distribuição; medidas de tendência central; medidas de dispersão.

Neste livro, a introdução do conteúdo é feita através de atividades contextualizadas, envolvendo questões da sociedade moderna, buscando o resgate de conceitos do ensino fundamental. Todos os temas são desenvolvidos em linguagem clara e com propostas de atividades variadas e interessantes. Encontram-se tabelas e gráficos com dados relativos a variados contextos.

### c) Livro 3

Esta obra está organizada em três volumes e estes em capítulos e unidades. A 1ª série com 10, a 2ª com 8, e a 3ª com 9 capítulos. Os conteúdos desta pesquisa estão distribuídos nos três últimos capítulos do volume 1 e no primeiro capítulo do volume 2, com os seguintes conteúdos básicos:

2ª série - Combinatória: Princípios de Contagem; Arranjos; Permutações; Combinação Simples; Triângulo de Pascal; Binômio de Newton.

Probabilidade: Conceitos; União de Eventos; Condicional; Lei Binomial das Probabilidades.

Noções de Estatística: População e Amostra; Distribuição de Frequência; Representação Gráfica.

3ª série - Estatística: Medidas de Tendência central e de Dispersão.

Na análise observa-se que no conteúdo “Combinatória” o Princípio Fundamental da Contagem (PFC) e os conceitos de fatorial, arranjos, permutações e combinação simples são abordados separadamente.

No que se refere à Estatística e Probabilidades a obra busca facilitar o entendimento. Destaca-se a atenção despendida ao planejamento de uma pesquisa estatística e a abordagem em probabilidade com a utilização de diagramas de árvores.

De forma geral a apresentação de conteúdos é feita através de exercícios, de maneira contextualizada histórica ou socialmente em seguida apresenta o conteúdo sistematizado, seguido de problemas (exercícios) resolvidos e propostos e exercícios de aplicação análogos aos exemplos usados desde o início. O livro utiliza-se de recursos didáticos como a calculadora e outros materiais concretos.

#### d) Livro 4

Esta obra é composta por três volumes com capítulos temáticos, subdivididos em itens. Os conteúdos de interesse desta pesquisa figuram nos dois últimos volumes da seguinte maneira:

O volume da 2ª série possui quinze capítulos, onde o capítulo dez traz como tema “Combinatória” e conteúdos: Princípio Fundamental e Princípio Aditivo da Contagem e Fatorial, o capítulo onze, com o tema “Agrupamentos”, apresenta os seguintes conteúdos: Arranjos, Permutações, Combinações Simples; Binômio de Newton e por fim o capítulo quinze - Probabilidades - aborda: Definição, Adição de Probabilidades, Probabilidade Condicional, Multiplicação de Probabilidades. Com nove capítulos o 3º volume traz no primeiro capítulo, o tema Estatística e os conteúdos: Conceitos; Distribuição de Frequências; Medidas Estatísticas; Tabelas e Gráficos.

Observou-se, na análise desta obra, que os conteúdos são introduzidos por explanação teórica, com atividades resolvidas de cunho aplicativo e exercícios. Estes figuram na abertura dos capítulos, são contextualizados e desafiadores, os de aplicação são análogos aos da introdução. A obra utiliza de forma muito superficial materiais concretos e faz uso de instrumentos de desenho e calculadora.

Na Estatística observa-se certa preferência do autor com exemplos numéricos e alguns cálculos em detrimento do raciocínio estatístico. Em Combinatória a abordagem é feita através de situações motivadoras e dos princípios de contagem, favorecendo a compreensão.

#### e) Livro 5

Esta coleção está organizada em 3 volumes e em cada um deles é destinado um espaço para tratar da Estatística. Os volumes são divididos em partes e capítulos. Observa-se que os conteúdos de Estatística e Probabilidades são distribuídos de maneira equilibrada pelos três volumes da coleção. E são distribuídos da seguinte maneira:

1ª série – 11 unidades.

Parte 1: Números, Estatística e Funções

Unidade 2: Estatística: coleta, organização e representação de dados.

2ª série – 14 unidades.

Parte 2: Estatística, Contagem e Probabilidades

Unidade 5: Estatística: amostra, média, moda e mediana, intervalos de classe.

Unidade 6: Contagem: princípio fundamental, arranjos e combinações simples, permutações, binômio de Newton.

Unidade 7: Probabilidades: definição, probabilidade da união e da interseção, probabilidade condicional, distribuição binomial.

3ª série – 12 unidades.

Parte 3: Estatística

Unidade 6: Estatística: revisão, variância, desvio padrão.

Unidade 7: Revisão de probabilidades, distribuição de probabilidade, distribuição normal.

Estes conteúdos e os demais são apresentados de forma contextualizada sempre com exercícios que pretendem fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos bem como motivar o estudo. Alguns exercícios são inovadores e desafiadores incentivando o uso de diferentes estratégias de resolução. Traz também um trabalho consistente na utilização de recursos didáticos como computador e materiais concretos.

Tabelas, diagramas de árvores e listagens de casos são utilizados como estratégias de contagem na resolução de problemas.

#### f) Livro 7

Este livro está organizado em 3 volumes, com unidades e capítulos. Os conteúdos de interesse desta pesquisa são distribuídos da seguinte forma:

O volume da 1ª série é composto por cinco unidades e dez capítulos. A primeira unidade é destinada, a uma breve revisão sobre conteúdos abordados no ensino fundamental,

com o tema “Trabalho com a Informação”, trazendo como conteúdos, no primeiro capítulo: coleta, organização e interpretação de dados.

Na 2ª série o livro é dividido em quatro unidades com onze capítulos. A quarta unidade, no capítulo dez, aborda Análise Combinatória, com os conteúdos básicos: Princípios de Contagem, Permutações, Arranjo, Combinação; Coeficiente Binomial, Triângulo de Pascal, Binômio de Newton e no capítulo onze Probabilidades, com os conteúdos básicos: Probabilidade Condicional e Modelo Binomial.

O volume da 3ª série, composto por três unidades e oito capítulos, apresenta já na primeira unidade o capítulo um com o tema Matemática Financeira e Estatística, sendo que o segundo capítulo aborda dos conteúdos de Estatística: Distribuição de Frequências, Representações Gráficas, Histograma e Polígonos de Frequências, Frequência Relativa e no capítulo três: Medidas Estatísticas: Média, Mediana, Moda, Desvio Médio, Variância e Desvio Padrão.

Observou-se que os conteúdos relacionados a esta pesquisa são distribuídos pelos três volumes da obra, contudo, há um número excessivo de gráficos, a maioria pouco explorada, em especial no volume 3. Além disso, a ausência de Histogramas é observada.

Os conteúdos são introduzidos de forma teórica, seguida de atividades já resolvidas e exercícios de aplicação, semelhante aos da apresentação do conteúdo e exercícios de treino de procedimentos e aplicação de fórmulas. Faz pouco uso de recursos didáticos, usando de forma ilustrativa materiais concretos e de forma superficial a calculadora e o computador.

Em combinatória, o princípio fundamental da contagem é pouco explorado e, na abordagem dos agrupamentos, enfatiza-se o emprego de fórmulas.

Em relação à Probabilidade, percebe-se, que muitos problemas são repetitivos e não abordam situações significativas para o aluno.

Observa-se que todos os livros estão de acordo com as orientações dos documentos oficiais tanto nacional como estadual e trazem todos conteúdos relacionados a esta pesquisa, porém, em alguns não de forma consecutiva, estão distribuídos nos três volumes e não fazem, em alguns casos, relação entre os mesmos.

O professor é a figura que tem a reponsabilidade na condução do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes e o livro didático é seu grande aliado nesta missão. Este tem um papel de destaque, tornando-se indispensável para o bom andamento do processo. Porém cabe ao professor fazer a diferença, conhecendo de forma profunda o livro didático adotado, para que possa, a partir de seu planejamento e a utilização adequada do material didático atingir os objetivos propostos para o ensino dos conteúdos relacionados ao Tratamento da Informação.

Citando Freire (1996) “ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou sua construção”.

Nas próximas seções, apresenta-se uma análise da proficiência alcançada pelos estudantes em relação ao livro didático utilizado.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O interesse por esta pesquisa deu-se após a divulgação feita pela Secretaria de Estado da Educação (SEED), no final de 2013, dos dados do SAEP, quanto a proficiência obtida pelos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio, na prova realizada em 2012. Este resultado foi apresentado na forma de boletins, onde constava a média estadual, a média do Núcleo Regional de Educação, a média do município e a média obtida pela instituição, acompanhada dos percentuais de estudantes em cada um dos padrões de desempenho, citados no Capítulo 1. O rendimento de cada estudante pode ser verificado através de planilhas que indicavam quantos e quais itens relacionados aos descritores estavam corretos. Estas planilhas foram utilizadas para a obtenção dos dados apresentados nesta pesquisa.

A prova formulada com base nas Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica (DCE) da disciplina de Matemática do Estado do Paraná e no Caderno de Expectativas de Aprendizagem de Matemática também do Estado do Paraná contemplava todos os Conteúdos Estruturantes das referidas Diretrizes, sejam eles: Números e Álgebra, Grandezas e Medidas, Funções, Geometrias e Tratamento da Informação.

Como pode ser observado na Tabela 1, o Conteúdo Estruturante: Números e Álgebra possui 6 descritores; Grandeza e Medidas (5); Funções (8); Geometrias (5) e Tratamento da Informação 4 descritores.

Os descritores do conteúdo estruturante Tratamento da Informação, segundo a matriz de referência do SAEP (PARANÁ, 2012), são:

- D54 – Resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos;
- D55 – Resolver problemas que envolvam as medidas de tendência central;
- D56 – Resolver problemas envolvendo noções de análise combinatória e
- D57 – Resolver problemas que envolvam noções de probabilidade.

É de interesse do autor analisar todos os descritores de todos os conteúdos estruturantes, porém em função da quantidade de informação, pois participaram da avaliação 3392 estudantes onde cada um resolveu uma prova com 21 itens e da dificuldade de acesso aos dados já tabulados, o autor optou em analisar neste momento apenas os descritores: D54, D55, D56 e D57, referentes ao conteúdo estruturante Tratamento da Informação, que medem a proficiência dos estudantes nos conteúdos básicos, segundo as DCE: Noções de Análise

Combinatória, Noções de Probabilidade, Estatística e Juros Compostos, este último não contemplado nos descritores acima citados.

De acordo com PARANÁ (2012), a proficiência média alcançada pelos estudantes da 3ª série do Ensino Médio das instituições públicas de ensino de todo o Estado do Paraná na disciplina de matemática foi de 271,3 em uma escala de 0 a 500. Os estudantes do NRE de Ponta Grossa obtiveram uma média 277,8, que é um pouco superior ao desempenho médio do Estado. Tanto os estudantes do NRE de Ponta Grossa como os Estado do Paraná como um todo, ficaram com o mesmo Padrão de Desempenho na categoria Básico (de 275 a 350 pontos).

Participaram da Avaliação 65 estabelecimentos dos 11 municípios (Carambeí, Castro, Imbituva, Ipiranga, Ivaí, Palmeira, Piraí do Sul, Ponta Grossa, Porto Amazonas, São João do Triunfo e Tibagi) jurisdicionados ao NRE Ponta Grossa.

Para determinar o percentual de acertos dos itens que avaliaram os conteúdos do Conteúdo Estruturante – Tratamento da Informação dos Colégios Estaduais, foram acessados os dados de cada estudante de cada turma dos Colégios e feita uma contagem manual destes acertos.

A Tabela 4, traz os dados do NRE Ponta Grossa, já tabulados e organizados com os percentuais de acerto em cada descritor do conteúdo estruturante analisado. Assim, foi possível fazer uma comparação com o desempenho dos estudantes em nível estadual.

**Tabela 4 - Percentual de acertos dos itens relacionados aos descritores do conteúdo estruturante Tratamento da Informação**

Descritores	Estado do Paraná (%)	NRE Ponta Grossa (%)
D54	71,2	73,9
D55	45,3	45,5
D56	42,4	41,3
D57	49,3	46,2

**Fonte:** O Autor

Analisando a Tabela 4 verifica-se que o NRE de Ponta Grossa possui um desempenho médio maior que o estadual nos descritores D54 e D55, porém menor nos descritores D56 e D57 e que os estudantes apresentam um desempenho melhor no descritor D54 – Resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos, tanto no NRE quanto no Estado, 71,2% e 73,9%, respectivamente. Porém, quando a questão é resolver um problema aplicando os conhecimentos obtidos com os

conteúdos: medidas de tendência central, análise combinatória e probabilidade, menos de 50% dos estudantes têm êxito na solução dos mesmos, tanto no segmento estadual como no regional.

Aparentemente ao final do Ensino Médio, como mostra o resultado da avaliação, já que a mesma ocorreu em novembro de 2012, os estudantes deste segmento demonstram ter pouco domínio dos conhecimentos que fazem parte dos conteúdos abordados com Tratamento da Informação, limitam-se a ler e interpretar tabelas e gráficos, sendo este um aprendizado que deveria ser obtido já no Ensino Fundamental como citam as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica: “Ao final do Ensino Fundamental, é importante o aluno conhecer fundamentos básicos de Matemática que permitam ler e interpretar tabelas e gráficos, conhecer dados estatísticos” (PARANÁ, 2008, p. 61). E ainda a LDB 9394/96, em seu artigo 35º, item I, traz como uma finalidade do Ensino Médio, “a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos do ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos”.

Portanto, a partir deste desempenho, evidencia-se que não há aprofundamento nos conteúdos do Tratamento da Informação, no segmento do ensino médio. E de posse deste desempenho deficitário começa-se a questionar os motivos que levaram a esses resultados. Faz-se a seguinte pergunta: De que forma e em que momento o conteúdo estruturante denominado Tratamento da Informação é abordado nos livros didáticos?

Para responder esta questão foram analisados os livros usados pelos professores dos 65 Colégios Estaduais do NRE Ponta Grossa, distribuídos aos estabelecimentos de ensino após processo de escolha pelo professor, seguindo o Guia de Livros Didáticos - PNLD-2012 do Ministério da Educação.

É tarefa de professores e equipe pedagógica analisar as resenhas contidas no guia para escolher adequadamente os livros a serem utilizados no triênio. O livro didático deve ser adequado ao projeto político-pedagógico da escola; ao aluno e professor; e à realidade sociocultural das instituições, (MEC, INEP).

Dos sete livros que constam no Guia, seis deles foram adotados pelos professores dos Colégios Estaduais estudados conforme distribuição apresentada na Tabela 5. Os seis livros adotados foram rotulados, utilizando-se as primeiras letras do alfabeto, através das letras, maiúsculas: A, B, C, D, E e F. Destacamos que a ordem das letras não segue necessariamente a ordem dos livros apresentados no Quadro 1. Aqui faz-se uma abordagem mais quantitativa e apresenta-se na Tabela 5: o número de colégios que adotaram cada livro didático, a quantidade de alunos que o utilizaram e o respectivo valor em percentual.



**Tabela 5 - Número de colégios e estudantes do NRE Ponta Grossa que adotaram cada livro**

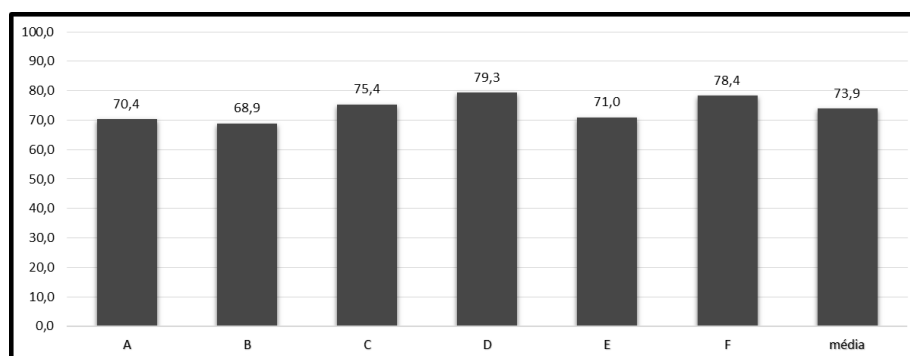
Livro	Número de Colégios	Quantidade de estudantes	Estudantes em %
A	8	332	9,8
B	13	713	21,0
C	7	856	25,2
D	5	238	7,0
E	3	117	3,5
F	29	1136	33,5
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>3392</b>	<b>100</b>

Fonte: O Autor

As Figuras 3, 4, 5 e 6 mostram, em uma escala de 0,0 (zero) a 100,0 (cem) o desempenho médio ou nota média dos estudantes do 3º ano do ensino médio de acordo com o livro didático adotado e utilizado pelos professores dos colégios que participaram do SAEP.

Esta nota e seu respectivo desvio padrão, foram calculados a partir da média aritmética dos desempenhos registrados para cada estudante em função do livro adotado pelo professor, aqui rotulados com as letras A, B, C, D, E e F. Assim a primeira barra da Figura 3, indica que a nota média, no descritor D54, de todos os estudantes que usaram no período de 2012 a 2014 o livro didático A é 70,4. Analogamente, as demais barras indicam as notas médias dos estudantes que usaram os Livros B, C, D, E e F, sendo a última coluna a média geral destas notas. Da mesma forma estas informações são apresentadas nas Figuras 4, 5 e 6, para os descritores D55, D56 e D57, respectivamente.

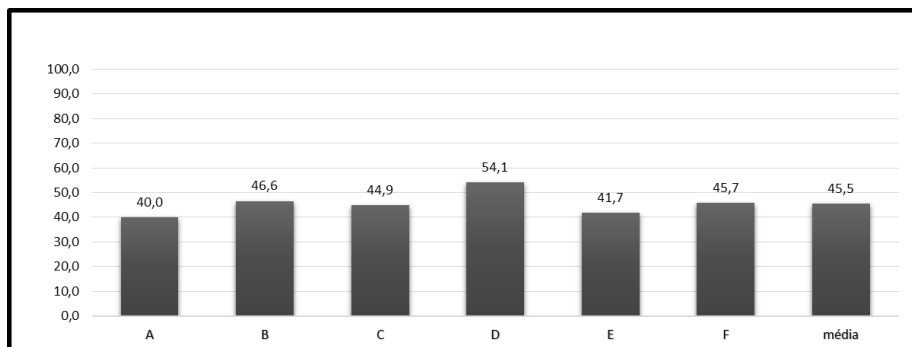
O desempenho no descritor D54, como pode ser observado na Figura 3, teve uma média de 73,9 e desvio padrão de 4,4, com destaque ao desempenho dos estudantes que utilizaram o livro didático D, com nota de 79,3. Esta obra foi utilizada, no período de 2012 a 2014, por 238 estudantes, aproximadamente 7% dos estudantes das instituições de ensino que fazem parte do NRE de Ponta Grossa, que participaram da avaliação.



**Figura 3 - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D54**

Fonte: O Autor

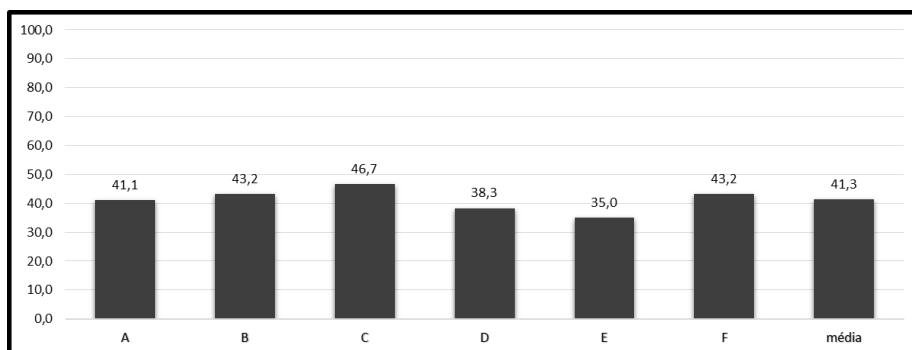
Assim como no descritor D54, o melhor desempenho no descritor D55, como pode ser observado na Figura 4, foi obtido pelos alunos que utilizaram o livro D, único a ter nota média superior a 50 (Figura 4), seguido pelo desempenho dos que usaram o livro didático B, porém podemos observar que a nota média está abaixo de 50, sendo de 45,5, com desvio padrão de 4,9. O menor desempenho está associado ao grupo de alunos dos Colégios que adotaram o livro A, totalizando 9,8% dos estudantes.



**Figura 4** - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D55

Fonte: O Autor

A Figura 5, mostra que o descritor D56 foi o que obteve o menor índice de acertos por partes dos estudantes, com uma nota média de 41,3 e desvio padrão de 4,1. O desempenho dos estudantes que utilizaram os livros E e D, foi o mais baixo de todos, com notas médias de 35 e 38,3, respectivamente.

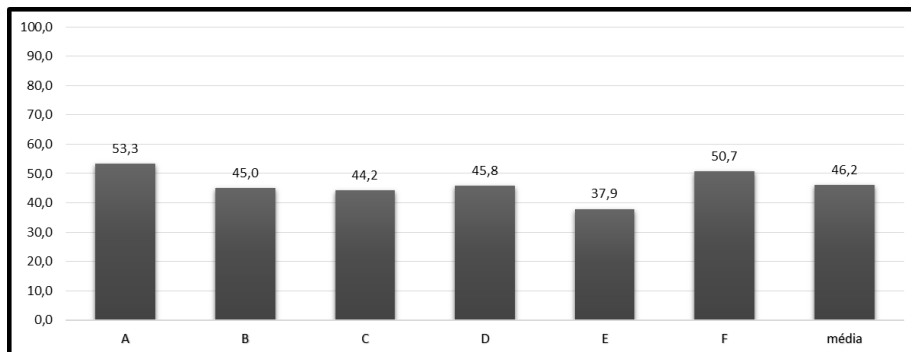


**Figura 5** - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D56

Fonte: O Autor

O desempenho obtido no descritor D57 (Figura 6), foi um pouco superior ao obtido no descritor D56 (Figura 5), porém a nota média ficou novamente abaixo de 50, 46,2, sendo seu desvio padrão 5,4. Acima da nota 50 temos o desempenho de dois grupos de estudantes, os

que utilizaram os livros A e F, com nota média de 53,3 e 50,7 respectivamente. O menor desempenho foi obtido pelos estudantes que usavam o livro E, nota de 37,9.

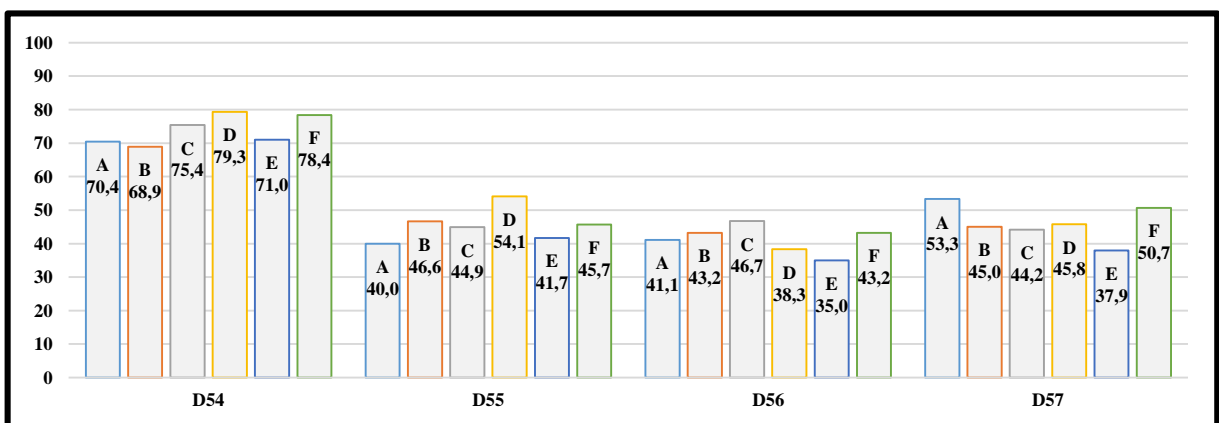


**Figura 6** - Desempenho obtido pelos estudantes no descritor D57

Fonte: O Autor

Para efeito de observação e comparação tomamos a média aritmética do desempenho obtido em cada descritor, assim temos que a média de acertos do descritor D54 é de 73,9, do D55 45,5, do D56 41,3 e do descritor D57 de 46,2, como pode ser verificado nas Figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

Na Figura 7, apresentam-se as médias do desempenho por descritor e livro, com objetivo de favorecer a análise e comparação dos desempenhos por descritor em função da sua complexidade na resolução de seus itens.



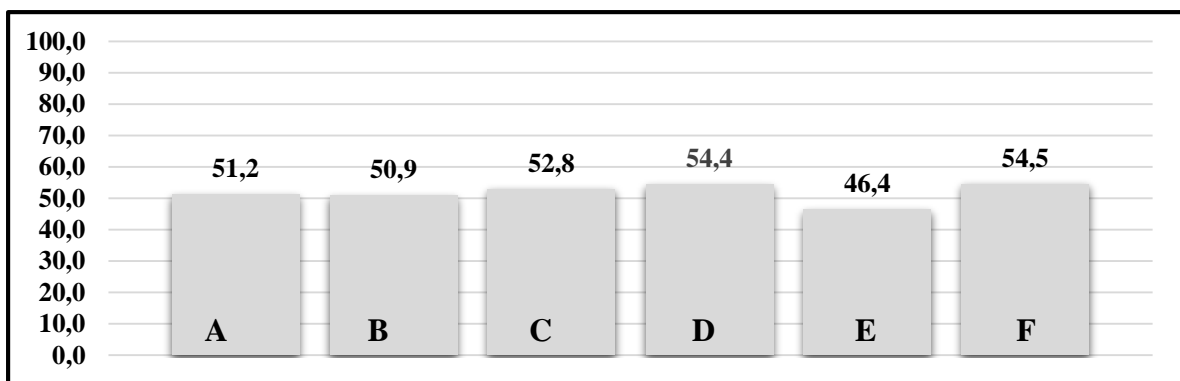
**Figura 7** - Médias do desempenho por descritor e livro

Fonte: O Autor

Nesta figura percebe-se que o maior ou melhor desempenho, obtido pelos estudantes, foi no descritor D54 – *Resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos*. A Figura 7, mostra também, que os estudantes não têm um bom desempenho no Conteúdo Estruturante – Tratamento da

Informação – como um todo, apenas demonstram que conseguem interpretar informações apresentadas em tabelas e gráficos, e que possuem dificuldades em resolver situações que envolvam, principalmente, conceitos de Análise Combinatória, como pode ser observado na Figura 5, onde a nota média do descritor D56 - *Resolver problemas envolvendo noções de análise combinatória* - é de apenas 41,3.

Como pretende-se verificar o desempenho dos estudantes e se este desempenho está relacionado com o livro didático utilizado, determinou-se a média do desempenho por livro adotado. Estes dados são apresentados na Figura 8.



**Figura 8** - Médias de desempenho por livro

Fonte: O Autor

Verificamos que, apesar do descritor D54 (Figura 3), ter um desempenho superior a 70, as médias, apresentadas na Figura 8, com exceção da obtida pelos estudantes que utilizaram o livro E, todas ficaram na casa dos 50, num intervalo de 50 a 55, aparentemente todas são muito próximas, apesar de distintas.

Após a tabulação e construção dos gráficos e tabelas apresentadas neste capítulo algumas questões precisam de respostas. A diferença entre as médias dos desempenhos dos estudantes em cada um dos descritores é significativa? Este desempenho está relacionado com o livro didático utilizado? De que forma podemos comparar estas médias?

Para testar se existe diferença entre as médias dos desempenhos dos estudantes em cada descritor de acordo com o livro didático adotado, decidiu-se aplicar Análise de Variância (ANOVA).

A escolha do livro didático é livre, ou seja, o professor tem autonomia para indicar o livro que prefere trabalhar, isso torna a escolha independente e esta é uma suposição necessária para utilizar o ANOVA, que as “observações sejam independentes”.

Nas seções seguintes, serão abordadas as definições da Análise de Variância e do Teste F, os procedimentos necessários para a realização do teste. Também será feita a apresentação da análise das informações obtidas.

## 4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) – TESTE F

Nesta seção apresentamos as definições de Teste de Hipótese, Nível de Significância, p valor, Análise de Variância (ANOVA), bem como os procedimentos e fórmulas necessárias para os cálculos referente ao ANOVA e a aplicação do Teste F.

### 4.1 TESTE DE HIPÓTESE

Segundo Pinheiro et al. 2012, o teste de hipótese é um procedimento que permite avaliar a validade (ou não) de uma afirmação sobre uma determinada característica da população, usando para isso os dados de uma amostra dessa população. Assim, trata-se de uma técnica para se fazer inferência estatística, onde formula-se uma hipótese, faz-se o teste que indicará a aceitação ou rejeição da hipótese formulada, de acordo com nível de significância.

O nível de significância representa a probabilidade de se rejeitar uma hipótese verdadeira. Os valores mais comuns para o nível de significância são 1%, 5% e 10%.

### 4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

Segundo Larson e Farber (2010, p. 469): “Análise de Variância com um fator é uma técnica de teste de hipótese usada para comparar médias de três ou mais populações. A análise de variância geralmente é abreviada como ANOVA.”

E, Barbetta et al. (2010, p. 249), destaca que:

A análise estatística para a comparação de  $g$  grupos independentes é tradicionalmente feita por uma análise de variância (ANOVA), acompanhada de um teste F, que supõe: 1. As observações devem ser independentes; 2. As variâncias populacionais devem ser iguais nos  $g$  grupos; e 3. A distribuição das observações em cada grupo deve ser normal. [...] E que o teste F é robusto com respeito às suposições (2) e (3), ou seja, ele ainda é válido com pequenas violações destas suposições.

Assim, a análise de variância é utilizada quando se quer decidir se as diferenças entre as amostras observadas são causadas por diferenças significativas nas populações observadas ou se essas diferenças são apenas casuais. Então, essa análise assume que o acaso só produz pequenos desvios, sendo as grandes diferenças geradas por causas reais.

Para fazer a Análise de Variância com os dados desta pesquisa, foi tomada como referência a definição apresentada por Barbetta et al. (2010, p. 249-252):

Formalmente, temos as seguintes hipóteses:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_g$  e  $H_1: \mu_i \neq \mu_j$ , para algum  $i \neq j$ , onde  $\mu_i$  representa o valor esperado da resposta sob o tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, g$ ).

Considerando  $n$  replicações sob cada tratamento (amostra de  $n$  elementos em cada grupo, totalizando  $N = ng$  observações), podemos representar os dados pelo seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, g; j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

onde:

$Y_{ij}$  é a variável aleatória associada à  $j$ -ésima observação do  $i$ -ésimo tratamento;

$\mu$  é a média global das respostas (independentemente do tratamento);

$\tau_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo tratamento;

$\varepsilon_{ij}$  é o efeito aleatório ou erro experimental, o qual é suposto com distribuição aproximadamente normal, média zero e variância constante.

Considerando o modelo (1), o valor esperado da resposta no  $i$ -ésimo tratamento é dado por  $\mu_i = \mu + \tau_i$ . E as hipóteses podem ser escritas por:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0 \text{ e } H_1: \tau_i \neq 0, \text{ para algum } i = 1, 2, \dots, g$$

As observações, as somas e as médias por tratamento são representadas por

Replicação	Tratamento				
	1	2	...	g	
1	$y_{11}$	$y_{21}$	...	$y_{g1}$	
2	$y_{12}$	$y_{22}$	...	$y_{g2}$	
...	...	...	...	...	
n	$y_{1n}$	$y_{2n}$	...	$y_{gn}$	
Soma	$y_{.1}$	$y_{.2}$	...	$y_{.g}$	$y_{..} = \sum_i y_i$
Média	$\bar{y}_{.1}$	$\bar{y}_{.2}$	...	$\bar{y}_{.g}$	$\bar{y}_{..} = \frac{1}{g} \sum_i \bar{y}_i$

Considere a seguinte soma de quadrados:

$$SQ_{Tot} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 \quad (2)$$

Se  $H_0$  for verdadeira e, portanto, todas as observações provêm de uma mesma população, então  $SQ_{Tot}$  é o numerador do cálculo da variância,  $s^2$ , de todas as  $N = ng$  observações. Pode-se mostrar que  $SQ_{Tot}$  (soma de quadrados total) é decomposta na soma de quadrados dos tratamentos e na soma de quadrados do erro dadas, respectivamente, por:

$$SQ_{Trat} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{.i})^2 = n \sum_{i=1}^g (\bar{y}_{.i} - \bar{y}_{..})^2 \quad (3)$$

$$SQ_{Erro} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2 \quad (4)$$

Os  $g$  diferentes desvios de  $SQ_{Trat}$  são feitos em relação a uma única média amostral ( $\bar{y}_{..}$ ). Por isso, dizemos que  $SQ_{Trat}$  tem  $g - 1$  graus de liberdade. Enquanto os  $N$  desvios de  $SQ_{Erro}$  são feitos em relação a  $g$  médias amostrais ( $\bar{y}_{.i}, i = 1, 2, \dots, g$ ) e, por isso,  $SQ_{Erro}$  tem  $N - g$  graus de liberdade. A divisão das somas de quadrados pelos correspondentes graus de liberdade leva aos chamados quadrados médios. Assim:

$$QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{gl_{Trat}} = \frac{n \sum_{i=1}^g (\bar{y}_{.i} - \bar{y}_{..})^2}{g - 1} \quad (5)$$

$$QM_{Erro} = \frac{SQ_{Erro}}{gl_{Erro}} = \frac{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{N - g} \quad (6)$$

Onde  $N = ng$ .

Observe que  $QM_{Trat}$  é uma medida da variância entre as médias dos grupos, enquanto  $QM_{Erro}$  é uma medida da variância dentro dos grupos. Define-se a razão:

$$f = \frac{QM_{Trat}}{QM_{Erro}} \quad (7)$$

Que pode ser interpretada como uma medida de discriminação entre os  $g$  grupos. Para testar a hipótese  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_g$ , usamos a distribuição F, com  $gl = g - 1$  no numerador e  $gl = N - g$  no denominador. Assim, estabelecido o nível de significância  $\alpha$ , podemos obter o valor  $f_c$ , que deixa área igual a  $\alpha$  na cauda superior da distribuição.

A regra de decisão é dada por:

Se  $f < f_c$ , então aceita  $H_0$ ;

Se  $f \geq f_c$ , então rejeita  $H_0$ .

As somas de quadrados são mais facilmente calculadas, conforme as expressões apresentadas no Quadro 2:

*Quadro 2- Cálculos básicos da ANOVA com um fator.*

Fonte de variação	Soma de quadrados	gl	Quadrados médios	Razão f
Entre tratamentos	$SQ_{Trat} = \sum_{i=1}^g \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N}$	$g - 1$	$QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{gl_{Trat}}$	$f = \frac{QM_{Trat}}{QM_{Erro}}$
Dentro de trat. (Erro)	$SQ_{Erro} = SQ_{Tot} - SQ_{Trat}$	$N - g$	$QM_{Erro} = \frac{SQ_{Erro}}{gl_{Erro}}$	
Total	$SQ_{Tot} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N}$	$N - 1$		

Portanto, ao término dos cálculos do ANOVA, para a tomada de decisão em aceitar ou rejeitar a hipótese inicial ( $H_0$ ), devemos, a partir de  $f$ , obter o  $p$  valor.

O valor de  $p$  (ou probabilidade de significância) é definido como a probabilidade de a estatística do teste acusar um resultado tão ou mais distante do esperado, como o resultado ocorrido na particular amostra observada, supondo  $H_0$  como a hipótese verdadeira. (Barbetta et al., 2010, p. 203)

O  $p$  valor obtido, deverá ser comparado com o nível de significância ( $\alpha$ ), de acordo com o critério geral dos testes de hipótese para aceitar ou rejeitar a hipótese nula  $H_0$ .

No próximo capítulo apresentamos os dados obtidos após a Análise de Variância e da aplicação do teste F.



## 5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise de variância (ANOVA), é tradicionalmente usada para comparar grupos independentes, neste caso o grupo de livros didáticos e o desempenho dos estudantes na avaliação do SAEP, pois supõe: 1. Que as observações sejam independentes; 2. As variações populacionais devem ser iguais nos grupos; e 3. A distribuição das observações em cada grupo deve ser normal.

O teste F apresenta certa robustez com relação a pequenas alterações nas suposições 2 e 3. A quantidade de instituições que utilizavam os livros não era igual, assim foi necessário adequar a formulação apresentada no capítulo anterior, substituindo  $n$  por  $n_i$  (tamanho da amostra no grupo  $i$ ).

Com a utilização do ANOVA podemos analisar vários grupos ao mesmo tempo. Através da razão entre amostras e a variância dentro das amostras, pode se concluir se as médias obtidas não diferem entre si, *hipótese nula* ( $H_0$ ), ou se alguma delas é diferente das demais, *hipótese alternativa* ( $H_1$ ). A análise se deu ao nível de significância de 5%, ou seja,  $\alpha = 0,05$ .

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com a aplicação da ANOVA e serão detalhados, para uma melhor compreensão, apenas os cálculos efetuados com os dados levantados das proficiências dos estudantes, que utilizaram os livros didáticos: A, B, C, D, E e F, em relação ao descritor D54.

Os colégios foram rotulados com as letras, maiúsculas, do alfabeto que designam respectivamente, o livro didático adotado, seguida do índice  $i$ , onde  $i = 1, 2, \dots, 8$ , para o livro A;  $i = 1, 2, \dots, 13$ , para o livro B;  $i = 1, 2, \dots, 7$ , para o livro C;  $i = 1, 2, \dots, 5$ , para o livro D;  $i = 1, 2, 3$ , para o livro E; e  $i = 1, 2, \dots, 29$ , para o livro F.

Assim, as Tabelas 6, 7, 8, 9, 10, e 11 trazem, em suas linhas, o desempenho por Colégio que participou da avaliação, em relação aos itens referentes ao descritor D54, seguidas, na última linha, das respectivas somas dos desempenhos apresentados na coluna.

**Tabela 6 - Desempenho no descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático A**

COLÉGIO	DESEMPENHO
A <sub>1</sub>	69,70
A <sub>2</sub>	67,74
A <sub>3</sub>	39,82
A <sub>4</sub>	81,82
A <sub>5</sub>	77,78
A <sub>6</sub>	82,76
A <sub>7</sub>	68,42
A <sub>8</sub>	75,00
$\Sigma$	563,04

Fonte: O Autor

**Tabela 7 - Desempenho do descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático B**

COLÉGIO	DESEMPENHO
B <sub>1</sub>	86,90
B <sub>2</sub>	87,14
B <sub>3</sub>	74,08
B <sub>4</sub>	59,38
B <sub>5</sub>	58,33
B <sub>6</sub>	66,67
B <sub>7</sub>	62,50
B <sub>8</sub>	75,31
B <sub>9</sub>	64,71
B <sub>10</sub>	41,67
B <sub>11</sub>	76,92
B <sub>12</sub>	75,00
B <sub>13</sub>	66,67
$\Sigma$	895,28

Fonte: O Autor

**Tabela 8 - Desempenho do descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático C**

COLÉGIO	DESEMPENHO
C <sub>1</sub>	68,64
C <sub>2</sub>	80,95
C <sub>3</sub>	60,00
C <sub>4</sub>	75,00
C <sub>5</sub>	80,00
C <sub>6</sub>	80,09
C <sub>7</sub>	83,33
$\Sigma$	528,01

Fonte: O Autor

**Tabela 9 - Desempenho do descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático D**

COLÉGIO	DESEMPENHO
D <sub>1</sub>	61,90
D <sub>2</sub>	84,00
D <sub>3</sub>	84,91
D <sub>4</sub>	85,71
D <sub>5</sub>	80,00
$\Sigma$	396,52

Fonte: O Autor

**Tabela 10 - Desempenho do descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático E**

COLÉGIO	DESEMPENHO
E <sub>1</sub>	71,43
E <sub>2</sub>	83,33
E <sub>3</sub>	58,33
$\Sigma$	213,09

Fonte: O Autor

**Tabela 11 - Desempenho do descritor D54 dos colégios que adotaram o Livro Didático F**

COLÉGIO	DESEMPENHO
F <sub>1</sub>	72,73
F <sub>2</sub>	90,00
F <sub>3</sub>	81,40
F <sub>4</sub>	64,28
F <sub>5</sub>	80,00
F <sub>6</sub>	78,95
F <sub>7</sub>	66,67
F <sub>8</sub>	90,91
F <sub>9</sub>	76,32
F <sub>10</sub>	85,71
F <sub>11</sub>	81,82
F <sub>12</sub>	66,66
F <sub>13</sub>	86,96
F <sub>14</sub>	82,08
F <sub>15</sub>	89,47
F <sub>16</sub>	66,05
F <sub>17</sub>	100,00
F <sub>18</sub>	71,15
F <sub>19</sub>	75,00
F <sub>20</sub>	75,00
F <sub>21</sub>	80,00
F <sub>22</sub>	81,25
F <sub>23</sub>	75,76
F <sub>24</sub>	58,33
F <sub>25</sub>	65,00
F <sub>26</sub>	100,00
F <sub>27</sub>	73,33
F <sub>28</sub>	81,82
F <sub>29</sub>	77,78
Σ	2274,43

Fonte: O Autor

Para a fazer os cálculos tomamos como referência o Quadro 2 (Cálculos básicos da ANOVA com um fator), Barbetta et al. (2010, p.252), apresentado no capítulo anterior.

Inicialmente determinou-se a “Soma global” ( $y_{..}$ ), que é a soma de todos os desempenhos obtidos pelos estudantes de todos os colégios avaliados. Estes valores estão indicados na última linha das Tabelas: 6, 7, 8, 9, 10 e 11, a soma destes valores resultou em 4.870,37, como segue:

$$y_{..} = 563,04 + 895,28 + 528,01 + 396,52 + 213,09 + 2274,43 = 4870,37 \quad (8)$$

Em seguida, calculou-se a “Soma de quadrados Total”, ou seja, a soma dos quadrados de todos os desempenhos medidos de todos os Colégios, totalizando 373.234,56:

$$\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 = 69,7^2 + 67,74^2 + 39,82^2 + \dots + 86,9^2 + \dots 68,64^2 + \dots + 61,9^2 + \dots + 71,43^2 + \dots + 72,73^2 + \dots + 81,82^2 + 77,78^2 = 373.234,56 \quad (9)$$

Para calcular a Soma dos Quadrados do Tratamento ( $SQ_{Trat}$ ), foi necessário adequar a formulação apresentada no capítulo anterior, pois os tamanhos das amostras (colégios que adotaram os livros) são diferentes, como pode ser observado nas Tabelas 6, 7, 8, 9, 10 e 11. Obtendo como resultou em 1.141,4, cujo cálculo é demonstrado abaixo:

$$SQ_{Trat} = \sum_{i=1}^g \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N} = \frac{563,04^2}{8} + \frac{895,28^2}{13} + \dots + \frac{2274,43^2}{29} - \frac{4870,37^2}{65} = 1.141,4 \quad (10)$$

Na sequência, obteve-se a Soma dos Quadrados Total ( $SQ_{Tot}$ ), a partir da Soma dos Quadrados e da Soma Global:

$$SQ_{Tot} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 373.234,56 - \frac{4870,37^2}{65} = 8.303,54 \quad (11)$$

A Soma dos Quadrados do Erro foi obtido pela diferença entre a  $SQ_{Tot}$ , em (11) e a  $SQ_{Trat}$ , em (10).

$$SQ_{Erro} = SQ_{Tot} - SQ_{Trat} = 8.303,54 - 1.141,4 = 7162,14 \quad (12)$$

A partir dos resultados obtidos em (10) e (12), determinou-se, respectivamente, os Quadrados Médios do Tratamento e os Quadrados Médios do Erro:

$$QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{gl_{Trat}} = \frac{1.141,4}{5} = 228,28 \quad (13)$$

$$QM_{Erro} = \frac{SQ_{Erro}}{gl_{Erro}} = \frac{7162,14}{59} = 121,39 \quad (14)$$

Destaca-se que os valores determinados em (13) e (14) indicam a medida da variância entre as médias dos grupos, ou seja, dos Livros e a medida da variância dentro dos grupos, ou seja, dos Colégios que utilizam o mesmo Livro.

Através do quociente entre os  $QM_{Trat}$  e  $QM_{Erro}$  determina-se  $f$ :

$$f = \frac{QM_{Trat}}{QM_{Erro}} = \frac{228,28}{121,39} = 1,88 \quad (15)$$

Após efetivados todos os cálculos, construiu-se a Tabela 12, o quadro da ANOVA:

**Tabela 12 - Quadro da ANOVA para o descritor D54**

Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>QM</i>	<i>f</i>
Entre grupos	1.141,4	5	228,28	1,88
Dentro dos grupos	7.162,14	59	121,39	
Total	8.303,54	64		

Fonte: O Autor

Na distribuição F, com 5 e 59 graus de liberdade e com um  $f$  de 1,88, temos um  $p$  valor de 0,1114. Como adotamos  $\alpha = 0,05$  e temos que  $p$  valor  $>$   $\alpha$ , e de acordo com a regra geral de decisão de um teste estatístico, devemos aceitar  $H_0$  como verdadeira. Portanto, para o descritor D54, podemos concluir que as médias de desempenho em cada livro, ou seja, a diferença entre as médias dos desempenhos, para cada livro, em relação a **resolver problemas envolvendo interpretação de informações apresentadas em tabelas ou diferentes tipos de gráficos**, pode ser simplesmente casual.

As Tabelas 13, 14 e 15 apresentam o Quadro da ANOVA para os descritores D55, D56 e D57, respectivamente. Os valores foram obtidos com cálculos análogos aos apresentados para o descritor D54.

**Tabela 13 - Quadro da ANOVA para o descritor D55**

Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>QM</i>	<i>f</i>
Entre grupos	676,9	5	135,39	0,61
Dentro dos grupos	13168,2	59	223,19	
Total	13845,1	64		

Fonte: O Autor

O  $p$  valor do Teste para o descritor D55, com os valores da Tabela 13 é igual a 0,6950 e como o nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ), temos novamente  $p$  valor  $>$   $\alpha$ , portanto neste descritor - **Resolver problemas que envolvam as medidas de tendência central** – podemos concluir que as médias dos desempenhos dos estudantes, para cada livro, podem ser consideradas iguais.

**Tabela 14 - Quadro da ANOVA para o descritor D56**

Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>QM</i>	<i>f</i>
Entre grupos	415,89	5	83,18	0,64
Dentro dos grupos	7641,02	59	129,51	
Total	8056,91	64		

Fonte: O Autor

Com os dados da Tabela 14 determinamos o  $p$  valor do descritor D56 igual a 0,668. Como  $p$  valor  $> \alpha$ , aceitamos  $H_0$  como verdadeira, ou seja, o desempenho dos estudantes em relação a **resolver problemas envolvendo noções de análise combinatória** é o mesmo, independentemente do livro adotado.

**Tabela 15 - Quadro da ANOVA para o descritor D57**

Fonte de variação	$SQ$	$gl$	$QM$	$f$
Entre grupos	970,8	5	194,16	1,17
Dentro dos grupos	9771,6	59	165,62	
Total	10742,4	64		

Fonte: O Autor

A conclusão que se pode chegar ao analisar os dados da Tabela 15, que traz os valores referentes ao descritor D57 e possibilita, a partir de  $f$ , verificar que o  $p$  valor é 0,33, é a mesma que chegamos nos descritores D54, D55 e D56, ou seja, pode-se considerar que a hipótese nula  $H_0$  é verdadeira, pois  $p > \alpha$ .

Como:

1. em todo teste estatístico feito com a abordagem do  $p$  valor, vale a regra de decisão:
  - $p > \alpha$ , aceita  $H_0$ ;
  - $p \leq \alpha$ , rejeita  $H_0$ .
2. já formulamos a hipótese  $H_0$
3. fixamos o nível de significância ( $\alpha$ )

Tomamos a decisão, em termos da regra, de aceitar a hipótese nula  $H_0$ , para todos os descritores analisados, ou seja, podemos afirmar, perante o teste, de que as notas obtidas pelos estudantes, nos seis grupos que utilizam os livros didáticos diferentes, são iguais para todos os descritores. Ainda, que o desempenho dos estudantes em cada um dos descritores, independentemente de utilizarem o livro A, B, C, D, E ou F é o mesmo, pois o  $p$  valor calculado para cada descritor é maior que o valor de  $\alpha$ , o nível de significância.

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho dos estudantes das instituições de ensino estaduais que ofertam o Ensino Médio, dos municípios que pertencem ao Núcleo Regional de Educação de Ponta Grossa, totalizando 11 municípios e 65 colégios, na prova do SAEP 2012, aplicada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A análise foi restrita ao Conteúdo Estruturante: Tratamento da Informação, em função da quantidade de informações provenientes de uma avaliação em larga escala como esta.

O desempenho geral dos estudantes em todos os conteúdos de matemática ficou aquém do desejado e ideal. Com relação ao Tratamento da Informação, objeto de análise desta pesquisa, chamou a atenção a diferença entre o desempenho do descritor D54, com os demais: D55, D56 e D57, como pode ser observado na Tabela 4.

Verificamos na Figura 7, que as médias obtidas nos descritores em relação aos livros utilizados são diferentes, mas muito próximas e a Análise de Variância (ANOVA), demonstrou que o desempenho dos estudantes é similar, se não o mesmo, em cada descritor. Mesmo as médias sendo diferentes em cada grupo de livros, o teste mostra que as diferenças podem ser casuais e que o Livro Didático A, B, C, D, E ou F não interfere significativamente no desempenho do estudante e na média das instituições.

Após as leituras dos documentos oficiais em nível nacional e estadual e a análise dos livros didáticos adotados pelos professores e utilizados pelos estudantes, verificamos que estes estão em consonância em relação às recomendações no trato dos conteúdos e que os livros didáticos indicados pelo PNLEM abordam em suas coleções todos os conteúdos: Estatística, Probabilidade e Combinatória, quase todos de forma contextualizada, alguns não no mesmo ano de ensino, principalmente a Combinatória, que nos livros não está diretamente relacionada ao Tratamento da Informação. Talvez isso acarrete em dificuldades tanto para o docente, na articulação e integração dos conteúdos, como para o estudante perceber as relações e aplicações dos conteúdos já estudados.

Outro ponto a ser observado é o fato de que alguns autores de livros didáticos e alguns professores, porque não, demonstram uma preferência no trabalho com construção e análise de gráficos e tabelas em detrimento de assuntos que exigem um pouco mais de preparo e planejamento de atividades, como o trabalho com as medidas de tendência central, dispersão, correlação, testes de hipótese e problemas envolvendo probabilidade e análise combinatória. Sendo esta, de certa forma, uma justificativa para o desempenho acima de 70% no descritor D54 e abaixo de 50% nos demais.

Diante do exposto neste trabalho, após a análise dos resultados, constata-se que o desempenho dos estudantes na disciplina de matemática, no que tange ao Tratamento da Informação, é baixo e da forma como é ensinado, está distante dos anseios dos estudantes, pois estes não vêm relação entre os conceitos estudados e os problemas de seu cotidiano, favorecendo o desinteresse e conseqüentemente o baixo desempenho nas avaliações externas e internas.

Acreditamos que o presente trabalho pode ser útil aos professores de matemática como ferramenta de análise do rendimento e desempenho de estudantes em avaliações externas e pode ser utilizado, talvez parcialmente e com adaptações, como atividade em sala de aula para o ensino dos conteúdos básicos relacionados ao Tratamento da Informação no Ensino Médio.



## REFERÊNCIAS

ALTMANN, Helena. Influências do Banco Mundial no Projeto Educacional Brasileiro. Educação e Pesquisa (USP), São Paulo, v. 28, n. 1, 2002. In: PINHEIRO, Patricia da Veiga. **O Banco Mundial e a Educação no Brasil**: estudo realizado a partir das teses defendidas na universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), no período de 1995 a 2007. São Bernardo, 2010.

BARBETTA, P. A., REIS, M. M., e BORNIA, A. C. **Estatística**: para cursos de engenharia e informática. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BATISTA, P. R. **Modelagem Matemática**: uma proposta para o ensino de estatística. 2012, 103. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – Área de concentração Matemática), UEPG, Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <<http://bit.proformat-sbm.org.br/xmlui/handle/123456789/407>>.

BONAMINO, Alicia, e FRANCO, Creso. **Avaliação e política educacional**: o processo de institucionalização do SAEB. Cadernos de Pesquisa, n.º 108, novembro, pp. 101-132. São Paulo, 1999.

BRASIL. Decreto n. 24.609 de 6 de julho de 1934. <http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto:1934-07-06;24609>. Acesso em: 13 jun. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei n. 378 de 13 de janeiro de 1937. <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=102716>. Acesso em 13 de junho de 2014.

\_\_\_\_\_. Decreto Lei n. 580 de 30 de julho de 1938. <http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto.lei:1938-07-30;580>. Acesso em 13 de julho de 2014

\_\_\_\_\_. *Lei n. 4024, de 20 de dezembro de 1961*. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil. 1961. Publicada no DOU de 27.12.1961

\_\_\_\_\_. Decreto n. 71.407 de 20 de novembro de 1972. Diário Oficial da União - seção 1 - 22/11/1972, Página 10409 (Publicação Original)

\_\_\_\_\_. Plano Decenal de Educação para Todos. Brasília, MEC. 1993

\_\_\_\_\_. Relatório do 2.º ciclo do Sistema de Avaliação da Educação Básica SAEB – 1993. Brasília, INEP. 1995

\_\_\_\_\_. *Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil. 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Plano Nacional de Educação – PNE/MEC. Brasília, INEP. 2001.

\_\_\_\_\_. SAEB 2001. Novas perspectivas. Brasília, INEP. 2002

\_\_\_\_\_. Emenda Constitucional n. 53, de 19 de dezembro de 2006. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc53.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc53.htm) acessado em 12 de junho de 2014

\_\_\_\_\_. Emenda Constitucional n. 59 de 11 de novembro de 2009. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm). Acessado em 12 de junho de 2014.

\_\_\_\_\_. Diário Oficial da União, seção, n. 109, segunda-feira, 10 de junho de 2013. [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/prova\\_brasil\\_saeb/legislacao/2013/portaria\\_n\\_482\\_07062013\\_mec\\_inep\\_saeb.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/legislacao/2013/portaria_n_482_07062013_mec_inep_saeb.pdf). Acesso em 31 de maio de 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2012 Apresentação**. Brasília: MEC.

\_\_\_\_\_. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 1998.

CARVALHO, J. B. P. F. **Matemática**: Ensino Fundamental (Coleção Explorando o Ensino; v. 17). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2010.

DELORS, Jacques (org). **Educação**: um tesouro a descobrir. 6ª Ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes Necessários à Prática Educativa. 26ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HORTA NETO, João Luiz. **Um olhar retrospectivo sobre a avaliação externa no Brasil**: das primeiras medições em educação até o SAEB de 2005. Revista Iberoamericana de Educación n. 42/5, 2007.

INEP/MEC. **Avaliações que compõem o SAEB** (Figura 1). Disponível em:< <http://provabrasil.inep.gov.br/>> acesso 31/01/2015 – 15h51.

INEP/MEC. Guia de Livros Didáticos - PNLD-2012 (tarefa do professor e equipe pedagógica) [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=13658:escolha-do-livro-diatico&Itemid=984](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&id=13658:escolha-do-livro-diatico&Itemid=984) acesso em 11/12/2014.

LARSON, R., FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

LOPES, C. A. E. **A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental**: uma análise curricular. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

LOUREIRO, C.; OLIVEIRA, F.; BRUNHEIRA, L. **Ensino e Aprendizagem da Estatística**. GRAFIS. Lisboa, 2000.

MENDES, C. R.; ALVES, R. L. **Uma proposta de ensino de Estatística através de projetos: um desafio para a sala de aula.** In: VII EPEM - Encontro Paulista de Educação Matemática, 2004, São Paulo. Anais do VII EPEM - Matemática na escola: Conteúdos e Contextos, 2004.

MORETTIN, P. A., e BUSSAD, W. O. **Estatística Básica.** 8ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná.** SEED: 2008

\_\_\_\_\_. **SAEP – 2012** – Revista Pedagógica – 3º ano do ensino Médio – Matemática. SEED: 2012.

\_\_\_\_\_. **SAEP – 2013** – Revista Pedagógica – 3º ano do ensino Médio – Matemática. SEED, 2013.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Avaliação da Educação Básica do Paraná** – 2012. Revista do Sistema. SEED: 2012.

\_\_\_\_\_. **Caderno de Expectativas de Aprendizagem.** Departamento de Educação Básica. SEED, 2012.

PCNEM. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** In: EMR, Ensino Médio em Rede: Programa de Formação Continuada para Professores do Ensino Médio, 2004. CDROM.

PETERSON, Nancy. S.; KOLEN, Michael J.; HOOVER H. D. **Scaling, norming, and equating. Educational Measurement.** Third edition. R. L. Linn (Ed.). New York: MacMillian Publishing Company. p. 221-262, 1993.

PINHEIRO, J.I.D.; CUNHA, S. B.; CARVAJAL, S. R.; GOMES, G.C. **Estatística Básica: a arte de trabalhar com dados.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SAVIANI, Dermeval (2007). **Escola e democracia,** 39ª ed. Campinas, Autores Associados.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações.** 2ª. ed. São Paulo, Cortez, 1991

WERLE, Flávia Obino Corrêa. **Políticas de Avaliação em Larga Escala na Educação Básica: do controle de resultados à intervenção nos processos de operacionalização do ensino.** Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 73, p. 769 – 792, out/dez. 2011.

**ANEXO: Proposta de atividades**

A coleta, tabulação, construção de tabelas e gráficos, aplicação de teste de hipóteses e análise de dados estatísticos, como o desenvolvido neste trabalho, podem ser levados de forma semelhante para dentro das salas de aulas na disciplina de matemática ou em atividades interdisciplinares, pois para um melhor entendimento e uma maior apropriação dos conteúdos de matemática, neste caso especificamente dos relacionados com o Tratamento da Informação, se torna necessário que a Matemática seja trabalhada de “forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos”, desenvolvendo assim, “as competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação” (BRASIL, 2002, p.111).

Com o propósito de melhor exemplificar e buscando desenvolver ainda mais, nos estudantes, a capacidade de analisar e interpretar, apresentamos, neste anexo, duas atividades que podem ser desenvolvidas em sala, nas aulas de matemática, com as devidas adaptações para todos ou alguns estudantes.

Destacamos ainda que a utilização de atividades interdisciplinares vem auxiliar o professor no seu papel de despertar em seus estudantes o prazer em estudar matemática, tornando o processo de ensino e aprendizagem da disciplina e dos conteúdos do Tratamento da Informação um momento agradável e prazeroso.

**Atividade 1-** Uma empresa de transportes deseja adquirir veículos novos para o uso diário de entrega de encomendas no próprio município e em municípios vizinhos. Para tal encomendou uma pesquisa sobre o consumo de três modelos de automóveis (A, B e C), todos 1.0, com relação ao consumo diário de combustível de cada um. Foi realizada uma medição do consumo de combustível, em uma simulação de 10 entregas. Os valores, em km/litro estão apresentados na tabela abaixo.

Entregas	A	B	C
1	9	9	10
2	10	14	11
3	15	12	11
4	14	9	9
5	15	14	13
6	11	12	12
7	15	12	15
8	10	11	9
9	10	13	14
10	10	13	13

Com base nestas informações, pergunta-se: algum veículo apresentou um desempenho significativamente melhor, justificando a sua aquisição, ou o desempenho dos três são equivalentes de modo que qualquer um possa ser adquirido?

A resolução segue o roteiro apresentado neste trabalho, faremos uma Análise de Variância e aplicaremos o teste F, para verificar, como hipótese ( $H_0$ ), se as médias são iguais ou existe uma diferença significativa entre elas. Também usaremos um  $\alpha = 0,05$ .

### Resolução:

1º) Determinar a soma de todas as médias de consumo que estão dispostas na tabela.

$$y_{..} = 119 + 119 + 117 = 355$$

2º) Calcular a soma dos quadrados de todos os valores da tabela.

$$\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^n y_{ij}^2 = 9^2 + 10^2 + 15^2 + \dots + 9^2 + \dots + 10^2 + \dots + 9^2 + 14^2 + 13^2 = 4325$$

3º) Calcular a soma dos quadrados do tratamento, neste caso com n igual para todos os tratamentos.

$$SQ_{Trat} = \sum_{i=1}^g \frac{y_i^2}{n} - \frac{y_{..}^2}{N} = \frac{119^2}{10} + \frac{119^2}{10} + \frac{117^2}{10} - \frac{355^2}{30} = 0,27$$

4º) Calcular a soma dos quadrados totais.

$$SQ_{Tot} = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 4325 - \frac{355^2}{30} = 124,17$$

5º) Calcular a soma dos quadrados dos erros.

$$SQ_{Erro} = SQ_{Tot} - SQ_{Trat} = 124,17 - 0,27 = 123,90$$

6º) Calcular os quadrados médios do tratamento.

$$QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{gl_{Trat}} = \frac{0,27}{2} = 0,14$$

7º) Calcular os quadrados médios do Erro.

$$QM_{Erro} = \frac{SQ_{Erro}}{gl_{Erro}} = \frac{123,90}{7} = 17,70$$

8º) Calcular o f.

$$f = \frac{QM_{Trat}}{QM_{Erro}} = \frac{0,14}{17,7} = 0,0079$$

Os valores calculados geram a tabela do quadro da ANOVA para a questão da Atividade 1.

Quadro da ANOVA				
Fonte de variação	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>QM</i>	<i>f</i>
Entre grupos	0,27	2	0,14	0,0079
Dentro dos grupos	123,90	7	17,7	
Total	124,17	9		

Para esta situação, com  $f = 0,0079$ , temos um  $p$  valor igual a 0,99214, (este valor pode ser obtido a partir de uma planilha eletrônica ou da tabela padrão para este teste).

Assim como  $p$  valor = 0,99214 e  $\alpha = 0,05$ , temos que  $p > \alpha$  e de acordo com a regra geral de decisão de um teste estatístico, devemos aceitar  $H_0$  como verdadeira. Portanto, podemos concluir que as médias de consumo obtidas são iguais entre si e o Teste indica que a diferença entre as médias de consumo de cada veículo, pode ser simplesmente casual. Portanto a partir dos dados apresentados não há uma diferença significativa entre os consumos, podendo a empresa optar por qualquer um dos veículos.

**Atividade 2-** Segue uma proposta de atividade interdisciplinar, com o tema: Análise do Índice de Massa Corporal (IMC) dos estudantes do Colégio X, que pode ser desenvolvida pelas disciplinas: Matemática, Língua Portuguesa, Biologia, Educação Física, Geografia, Sociologia ou outra que se propuser.

A abordagem da temática poderá ser feita a partir de reflexões sobre diversos temas, como por exemplo: alimentação saudável, alimentos naturais ou artificiais, saúde, atividades físicas, esportes, treinamentos. E poderá ser feita por qualquer uma das disciplinas acima citadas. Aqui serão descritos os conteúdos e procedimentos relacionados à disciplina de matemática, cabendo aos professores das outras disciplinas verificar os seus.

Assim caberia ao professor de matemática juntamente com seus estudantes:

1 – Fazer o levantamento da altura e a massa corporal de todos os alunos de cada turma do colégio (coleta dos dados);

2 – Utilizar a fórmula de cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC), ( $IMC = \frac{\text{massa corporal}}{\text{altura}^2}$ ), fazendo com que cada estudante calcule seu IMC, ou levar seus estudantes ao laboratório de informática para que os mesmos possam utilizar simuladores disponíveis na internet que fornecem o dado desejado (organização dos dados);

3 – Apresentar os dados através de tabelas e gráficos (apresentação dos dados);

4 – Calcular a média aritmética e o desvio padrão das alturas, das massas e do índice calculado, obtendo a média individual de cada turma (análise dos dados);

5 – Proceder a Análise de Variância (ANOVA), seguindo os procedimentos apresentados neste trabalho, fazendo as adaptações necessárias, para comparar as médias obtidas.

Esta proposta possibilita algumas conexões externas da matemática, ou seja, conexões com outras disciplinas e também conexões internas, pois a fórmula utilizada para o cálculo do IMC mostra uma relação de dependência relacionando-a com o conteúdo de Funções e também pode-se trabalhar os Sistemas de Medidas.