

# A influência do quadro do oficial-aluno no seu desempenho no Curso de Comando e Estado-Maior no período de 2004 a 2011

*The influence of the officer student specialty on his performance in the Command and Staff course from 2004 to 2011*

*El influjo de la tabla de oficial-alumno en su desempeño en el Curso de Comando y Estado-Maior en el período de 2004 a 2011*

Ten Cel Av Hécio Vieira Junior, Doutor  
Núcleo do Centro de Operações Espaciais Principal - NuCOPE-P  
Brasília/DF - Brasil  
helciohvj@comgar.aer.mil.br

## RESUMO

Este artigo teve como objetivo analisar em que medida o desempenho dos oficiais-alunos no Curso de Comando de Estado-Maior Presencial (CCEM-P), no período de 2004 a 2011, mensurado pela diferença nos graus obtidos nos Testes Final e Inicial, foi influenciado pelos seus quadros. O estudo foi motivado pela grande diferença das experiências profissionais vivenciadas pelos oficiais-alunos durante seus mais de vinte anos de serviço. Devido a isto, levantou-se a dúvida se a aquisição do conhecimento pretendida pela Escola de Comando de Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR) é influenciada por estas diferentes experiências profissionais (representadas pelos diferentes quadros). A metodologia empregada consistiu na obtenção dos dados junto à subdivisão de avaliação da Divisão de Ensino da ECEMAR e na análise estatística dos mesmos com os testes estatísticos Análise de Variância (ANOVA) e procedimento de *Tukey*. A análise dos dados permitiu inferir, com probabilidade de se estar errado menor que 5%, que o quadro dos oficiais-alunos não influenciou o desempenho deles no CCEM-P no período estudado. Ademais, a confrontação dos resultados da análise dos dados com a teoria da curva de aprendizado permitiu conjecturar que os oficiais-alunos do CCEM-P, no período de 2004 a 2011, possuem profundo conhecimento dos assuntos ministrados no curso CCEM-P. Isto possibilita um melhor autoconhecimento por parte da ECEMAR, que não deve levar em conta o quadro dos alunos no planejamento da sua metodologia de avaliação, e da Força Aérea Brasileira, a qual pode esperar que os oficiais formados pela ECEMAR no curso CCEM-P dominem os assuntos ministrados neste curso.

**Palavras-chave:** Desempenho acadêmico. Análise de variância. Procedimento de *Tukey*. Curva de aprendizado.

Recebido / Received / Recibido  
19/07/13

Aceito / Accepted / Aceptado  
12/11/13

## ABSTRACT

The aim of This paper was to analyze the influence of the officer student specialties on their performance in the Command and Staff Course (CCEM-P), from 2004 to 2011, by measuring the difference between their Final and Initial Test grades. This study was motivated by the great dissimilarity among the professional experiences of the officer students. Due to this, it was questioned if the knowledge acquisition intended by Air Force Command and Staff School (ECEMAR) was influenced by these different professional experiences (represented by the officer student specialty). The methodology consisted of data acquisition from the Evaluation Subdivision of ECEMAR Instruction Division and statistical analysis of this data using the Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey procedures. The data analysis stated that, in a probability of error less than 5%, the officer student specialties did not influence their performance in the CCEM-P during the studied period. Furthermore, confrontation of the data analysis results with the learning curve theory allowed presuming that CCEM-P officer students, during the period from 2004 to 2011, had profound knowledge in the subjects studied in this course. These facts allow a better self-knowledge by ECEMAR, which should not consider the students specialties in its evaluation methodology planning, and by Brazilian Air Force, which should expect that the officers who have concluded the CCEM-P master the subjects taught in this course.

**Keywords:** Academic performance. Analysis of Variance. Tukey procedure. Learning curve.

## RESUMEN

En este artículo se pretende analizar en qué medida el desarrollo de los estudiantes oficiales-alumnos en el Curso de Comando de Estado-Mayor Presencial (CCEM-P), en el período de 2004 a 2011, mensurado por la diferencia en los grados obtenidos en los exámenes final e inicial recibió el influjo de sus tablas. El estudio ha sido motivado por la gran diferencia de las experiencias profesionales que fueron vividas por sus oficiales-alumnos durante sus más de veinte años de servicio. Por esto, se planteó la cuestión si la adquisición del conocimiento deseado por la Escuela de Comando de Estado-Mayor de Aeronáutica (ECEMAR) sufre el influjo de estas diferentes experiencias profesionales (representadas por los diferentes tablas). La metodología utilizada fue la búsqueda de datos a la subdivisión de evaluación de la División de Enseñanza de ECEMAR y en el análisis estadístico de estos datos con los exámenes estadísticos Análisis de Variancia (ANOVA) y el procedimiento de Tukey. El análisis de los datos permitió inferir, con probabilidad de error inferior al 5%, que la tabla de los oficiales-alumnos no ha influido en el desarrollo de ellos en CCEM-P en el período de estudio. Por otra parte, la comparación de los resultados del análisis de los datos con la teoría de la curva de aprendizaje permitió conjeturar que los oficiales-alumnos del CCEM-P, en el período de 2004 a 2011, poseen gran conocimiento de los contenidos impartidos en el curso CCEM-P. Esto permite un mejor autoconocimiento por la ECEMAR, que no debe tener en cuenta la tabla de los alumnos en el planeamiento de su metodología de evaluación, y de la Fuerza Aérea Brasileña, en la que se puede esperar que los oficiales formados por ECEMAR en el curso CCEM-P dominen las materias que se imparten en este curso.

**Palabras-clave:** Desarrollo Académico. Análisis de Variancia. Procedimiento de Tukey. Curva de aprendizaje.

## 1 INTRODUÇÃO

Conheça a si mesmo e ao inimigo e, em cem batalhas, você nunca correrá perigo. Conheça a si mesmo, mas desconheça o inimigo, e suas chances de ganhar e perder são iguais. Desconheça a si mesmo e ao inimigo e você sempre correrá perigo. (TZU, 2000, p. 43).

A máxima acima ressalta a importância do autoconhecimento por parte de qualquer força combatente. Este autoconhecimento é condição indispensável para alcançar o sucesso em qualquer empreendimento, militar ou não! A exploração deste conceito (autoconhecimento) é operacionalizada pela Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR) por meio dos Testes Inicial e Final do Curso de Comando de Estado-Maior Presencial (CCEM-P), conforme pode ser observado na assertiva abaixo:

[...] o Teste Inicial contribui como referencial no momento da Escola averiguar, ao final do CCEM-P [...], por meio do Teste Final, se os resultados atingidos pelos oficiais-alunos, em termos de aquisição de novos conhecimentos, evidenciaram o alcance dos Objetivos Gerais previstos para cada Curso [...]. Os resultados alcançados com o Teste Final poderão contribuir para direcionar o processo de ensino do ano seguinte. (BRASIL, 2012, p. 14, ).

Devido à grande diferença entre as experiências vivenciadas pelos oficiais-alunos durante seus mais de vinte anos de serviço, levanta-se a seguinte questão: até que ponto a aquisição do conhecimento pretendida pela ECEMAR é influenciada por estas diferentes experiências profissionais? Com certeza, o fator que melhor representa a diferença das experiências destes oficiais é o seu quadro. Isto se deve à diferente formação dos oficiais de

cada quadro<sup>1</sup>, assim como à grande diversidade entre as atividades exercidas pelos oficiais dos diferentes quadros nos postos subalternos e intermediário.

A aquisição do conhecimento pretendida pela ECEMAR é mensurada, como visto acima, pelos Testes Inicial e Final. A diferença nos graus obtidos nestes testes - e consequentemente a aquisição do conhecimento - será denominada, neste trabalho, como desempenho.

Assim sendo, o objetivo desse artigo é analisar em que medida o desempenho dos oficiais-alunos no CCEM-P, no período de 2004 a 2011, mensurado pela diferença nos graus obtidos nos Testes Final e Inicial, foi influenciado pelos seus quadros.

Estudos similares sobre o tema abordado por este trabalho foram realizados anteriormente na ECEMAR, porém todos focaram outras abordagens: Affonso (2007) identificou como a evolução da produção do conhecimento foi afetada pela alteração curricular ocorrida em 2004; Ribeiro (2008) estendeu o trabalho anterior analisando qual foi o impacto causado na produção de conhecimentos sensíveis na ECEMAR com a implementação da metodologia científica; e Tavares (2008), por sua vez, identificou as consequências da rotatividade de oficiais na produção do conhecimento da Subdiretoria de Desenvolvimento e Programas.

Conforme pode ser visto acima, ainda não foram propostas abordagens nas quais o conhecimento é estudado com foco na influência do quadro dos oficiais-alunos na sua aquisição.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A literatura sobre avaliação, testes e aprendizado e sobre metodologia estatística é vasta. Devido a isto, este artigo restringiu seu foco aos trabalhos mais significativos e, sempre que possível, atuais. As próximas subseções detalharão o embasamento teórico necessário para uma perfeita compreensão do restante do trabalho.

### 2.1 Avaliação, testes e aprendizado

“A medida do desempenho escolar é fundamental para uma educação eficiente” (Vianna, 1973, p. 17).

Baseando-se na afirmativa acima, pode-se inferir que a ECEMAR possui embasamento teórico na literatura, pois, de acordo com o seu próprio Plano de Avaliação:

No tocante ao CCEM-P [...] o corpo discente será avaliado, continuamente, no decorrer de todo o ano letivo, por meio de instrumentos tais como, o Teste de Sondagem, Verificações de Aprendizagem (VA), Verificações Imediatas e Teste Final. (BRASIL, 2012, p.14).

Esta correção por parte da ECEMAR é corroborada por Rohrer, Taylor e Sholar (2010) ao afirmarem que vários estudos mostraram que matérias são mais bem lembradas se o período de tempo devotado para o estudo incluir um ou mais testes.

As justificativas de se realizar testes antes e após o trabalho dos alunos são muito bem sintetizadas por Barlow e Marconi (2005):

- Avaliação Inicial: consiste em identificar se os objetivos da escola correspondem a uma real necessidade dos alunos e/ou se os alunos já dispõem dos conhecimentos considerados como pré-requisitos.
- Avaliação Final: consiste em identificar se os conhecimentos que foram propostos aos alunos foram adquiridos por eles.

Em especial, na ECEMAR, o Teste de Sondagem, cujo objetivo é o diagnóstico da posse, por parte dos oficiais-alunos, dos conhecimentos necessários para acompanhar as subunidades didáticas do curso, é representado pelo Teste Inicial. O Teste Final, o qual compartilha diversas características em comum com o Teste Inicial, objetiva mensurar o aproveitamento acadêmico dos oficiais-alunos e o alcance dos objetivos propostos para o curso (BRASIL, 2012, p. 14).

O desempenho acadêmico do discente “[...] carece de valor se não se baseia em elementos quantitativos merecedores de confiança [...]” (WESMAN, 1952 *apud* VIANNA, 1973, p. 143). A ECEMAR utiliza testes objetivos como instrumento de mensuração do desempenho acadêmico nos Testes Inicial e Final. Apesar de a crença comum acreditar na supremacia dos testes de dissertação aos testes objetivos, Vianna (1973) demonstra que questões de dissertação e testes objetivos medem os mesmos aspectos de desempenho. Desta forma, essa Escola novamente mostra possuir embasamento teórico na literatura no tocante à escolha do tipo de testes utilizados na mensuração do conhecimento.

Portanto, a avaliação, pela ECEMAR, do desempenho escolar por meio de testes objetivos em duas fases (inicial e final) é suportada pela literatura existente.

O comportamento da razão de aprendizado de uma pessoa mediana é representado graficamente pela curva de aprendizado. De acordo com Wozniak (1999), o psicólogo alemão Hermann Ebbinghaus (1885-1913) foi o primeiro autor a descrever o formato da curva de aprendizado. Esta curva normalmente tem a forma da letra **S** conforme ilustrado na Figura 1, na qual o eixo das abscissas (eixo X) representa o esforço já dispendido na assimilação de um conhecimento em especial e o eixo das ordenadas (eixo

<sup>1</sup> A formação dos oficiais nos diferentes quadros é realizada, inclusive, por diferentes escolas.

Y) a quantidade deste conhecimento já adquirido. Esta teoria afirma que:

- Pouco conhecimento (pouco esforço dispendido na aprendizagem) gera menos oportunidades de estabelecer analogias, correlações, etc., e faz com que o aprendizado seja lento, apesar de se ter um vasto material para se aprender: área representada pelo símbolo ❶ na Figura 1.
- Conhecimento médio (esforço mediano dispendido na aprendizagem) gera a maior taxa de aprendizado, pois se tem muito a aprender e o conhecimento acumulado é suficiente para que se estabeleçam as ligações entre os conceitos: área representada pelo símbolo ❷ na Figura 1.
- Conhecimento avançado (esforço avançado dispendido na aprendizagem) gera uma taxa de aprendizado que ainda é alta, mas passa a diminuir à medida que existem menos coisas novas para se aprender: área representada pelo símbolo ❸ na Figura 1.
- Profundo conhecimento (profundo esforço dispendido na aprendizagem) gera uma taxa de aprendizado que diminui bastante, pois as oportunidades de aprendizado já não são tantas para se fazer valer do conhecimento acumulado: área representada pelo símbolo ❹ na Figura 1.

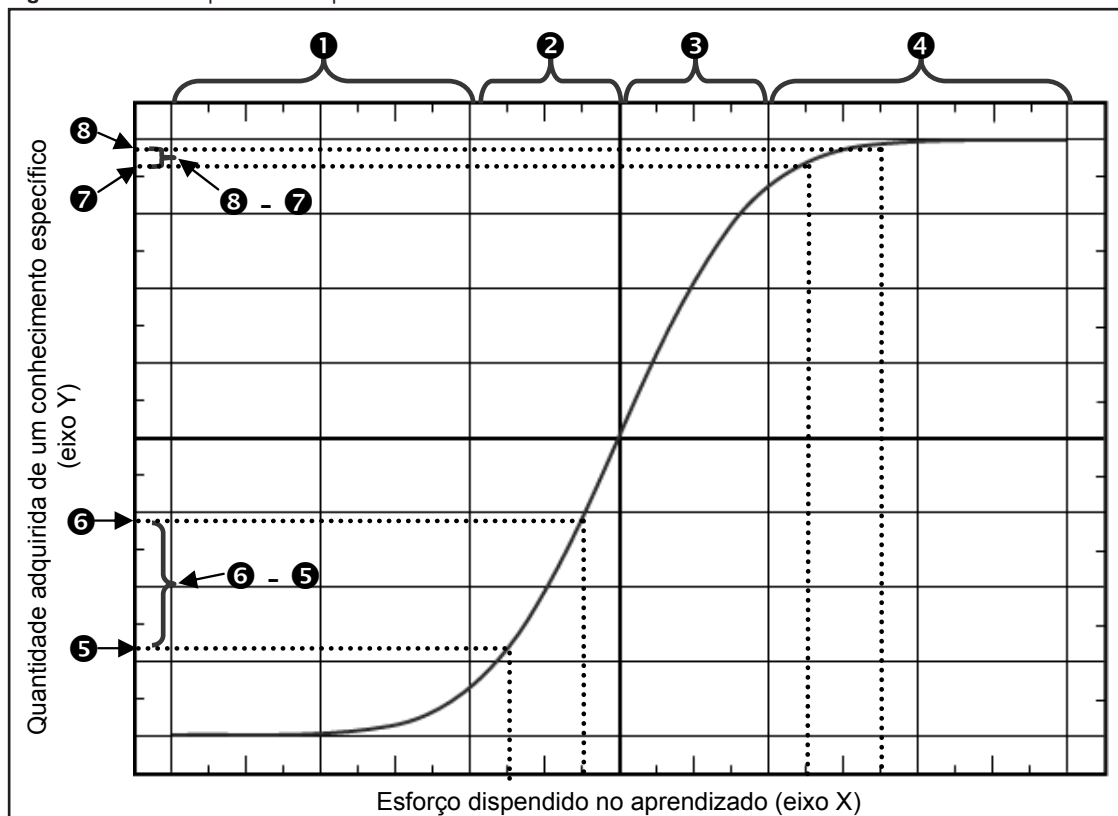
Pode-se exemplificar o conceito da curva de aprendizado com um exemplo hipotético na Figura 1: um estudante que tenha o conhecimento representado pelo símbolo ❺, após realizar um estudo correspondente a 2 unidades de esforço, terá o conhecimento representado pelo símbolo ❻. Porém, se este mesmo estudante tiver o conhecimento representado pelo símbolo ❼, após despendido o mesmo esforço de 2 unidades, terá o conhecimento representado pelo símbolo ❸. Observe que a assimilação de conhecimentos entre ❺ e ❻ (fase ❷) é muito maior que a assimilação de conhecimentos entre ❼ e ❸ (fase ❹), apesar de ter sido despendido o **mesmo** esforço nestes diferentes estudos.

## 2.2 Metodologia da Pesquisa

“A disciplina da estatística nos ensina como fazer julgamentos inteligentes e tomar decisões fundamentadas na presença de incerteza e variabilidade” (DEVORE, 2004, p. 1, tradução nossa).

A estatística trabalha em ambientes onde o objeto estudado tem um comportamento que não é determinístico (chamado de estocástico), isto é, que tem uma variação inerente ao mesmo. Um exemplo é a altura do brasileiro. Apesar de existirem vários brasileiros com a mesma altura (para certa precisão do instrumento de medida), quando se analisa o grupo como um todo,

Figura 1: Curva de aprendizado típica.



Fonte: O autor.

observa-se que existem desde indivíduos muito baixos até indivíduos muito altos.

Ao estudar grupos de indivíduos (populações, no jargão estatístico) de comportamento estocástico, a variabilidade traz muitas complicações. A maneira como a estatística lida com tais complicações é a redução das características da população a dois valores numéricos: sua média e sua variância. A média retrata tanto o valor médio do grupo quanto seu valor esperado, isto é, o valor que se espera observar quando se escolhe aleatoriamente um indivíduo da população. A variância retrata o quanto os indivíduos de uma população se distanciam da sua média. Quanto maior a variância, mais espalhados os indivíduos são em relação a média populacional. A variância é muitas vezes substituída pela sua raiz quadrada: o desvio padrão.

Existem diversos testes estatísticos destinados a identificar se duas ou mais populações possuem médias diferentes com base na observação de parte destas populações (amostras, no jargão estatístico). Quando é desejado comparar a média de uma população com um valor padrão ou então comparar as médias de duas populações, testes *t* de *Student* são os mais indicados (MOORE; McCABE, 2006, p. 450). Entretanto, **o procedimento apropriado para testar a igualdade de diversas médias é a análise de variância** (MONTGOMERY, 2005, p. 63, tradução e grifo nossos). Exemplos da aplicação dos procedimentos acima descritos (teste *t* de *Student* e análise de variância) são:

- Comparar uma população com um valor padrão: determinar se a distância de decolagem de uma aeronave em determinada configuração é menor que um valor pré-estipulado (requisito) baseando-se em observações de várias decolagens;
- Comparar duas populações: determinar se duas aeronaves possuem o mesmo alcance radar baseando-se em observações de várias medições radares de ambas as aeronaves; e
- Comparar várias populações: determinar se, dentre os três competidores do projeto FX-2, algum possui precisão no lançamento de bombas convencionais diferente dos demais baseando-se em observações de vários empregos de armamentos por estas três aeronaves.

O resultado da análise de variância (ANOVA) pode ser:

1. que pelo menos um par de populações possui médias diferentes entre si; ou
2. que não há evidências estatísticas para se rejeitar a hipótese de que todas as populações possuem médias iguais.

No primeiro caso, o pesquisador normalmente quer identificar quais populações possuem médias diferentes entre si. O método para se realizar tal identificação é conhecido como procedimento de múltiplas comparações. Um dos

procedimentos de múltiplas comparações mais populares é o procedimento de *Tukey* (DEVORE, 2004, p. 422).

O procedimento de *Tukey* (1953) recebeu este nome em homenagem ao seu autor, sendo também conhecido como método *Tukey-Kramer* ou *Tukey's HSD* (*Honestly Significant Difference* – diferença honesta significativa [tradução nossa]). Este procedimento compara todos os possíveis pares de médias em um único passo e, usado conjuntamente com a ANOVA, identifica quais médias são estatisticamente diferentes umas das outras.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo utilizou-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo exploratória, que teve como campo de investigação a influência dos quadros dos oficiais-alunos na diferença entre os graus obtidos nos Testes Final e Inicial do CCEM-P, no período de 2004 a 2011. Como estratégia de pesquisa, foi empregado o método de estudo de caso, tendo em vista que esse método caracteriza-se por ser um estudo intensivo e detalhado de um caso singular, com limitação física e social.

Inicialmente, fez-se uma revisão bibliográfica sobre avaliação, testes e aprendizado e sobre metodologia estatística. Esta revisão visou identificar os principais marcos teóricos e levantar quais técnicas estatísticas melhor se adequariam ao problema estudado.

Em seguida, realizou-se contato com a Subdivisão de Avaliação da Divisão de Ensino da ECEMAR (SDAV) visando ao acesso aos dados dos Testes Inicial e Final. A SDAV disponibilizou dados referentes ao CCEM-P dos anos 2004 a 2011, totalizando 1084 registros. Do total de registros disponibilizados, 10 não tinham os valores do Teste Inicial e 37 não tinham os valores do Teste Final. Estes registros foram descartados, restando 1037 registros válidos.

A SDAV disponibilizou os dados classificados por:

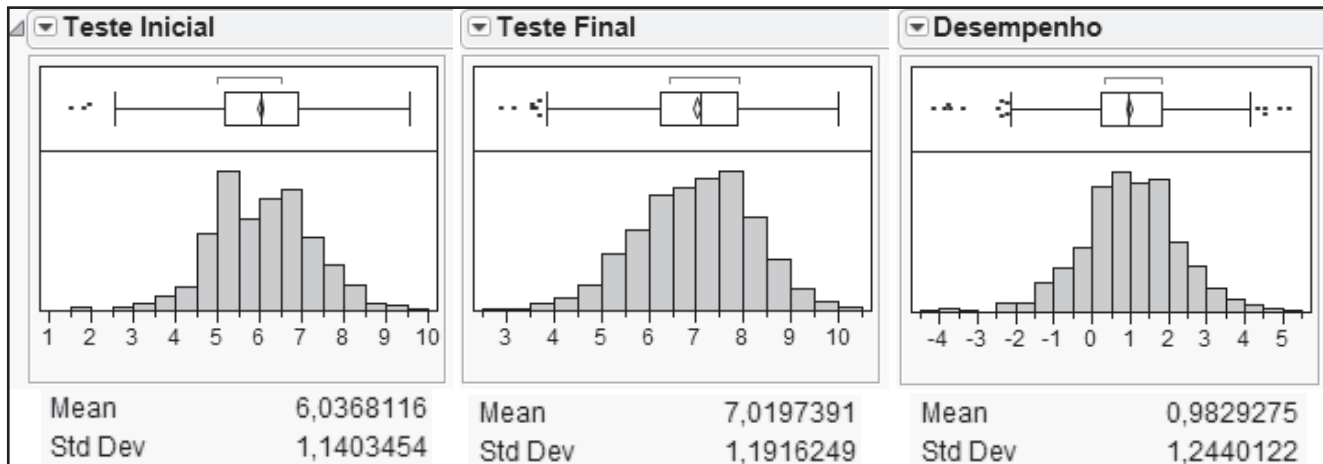
- Postos dos oficiais-alunos: Major (MAJ), Tenente Coronel (TEN CEL) e Coronel (CEL);
- Quadros dos oficiais-alunos: Aviador (AV), Engenheiro (ENG), Infante (INF), Intendente (INT) e Oficial de Nação Amiga (ONA); e
- Ano da realização do CCEM-P: 2004 a 2011.

Visando preservar o sigilo individual dos oficiais-alunos, a SDAV fez que os registros fossem anônimos e que os anos fossem denominados, aleatoriamente, pelas letras **A** a **H**.

Em relação aos postos dos oficiais-alunos, dos 1037 registros válidos, apenas 2 correspondiam ao posto de Coronel. Com o objetivo de não comprometer a validade das conclusões devido ao baixo número de amostras neste posto, estes registros também foram descartados. Desta forma, este estudo contou com uma amostragem de 1035 registros válidos, distribuídos conforme Figura 2, onde *Mean* significa média e *Std Dev* significa desvio padrão.



**Figura 2:** Distribuição das notas dos oficiais-alunos nos Testes Inicial, Final e no Desempenho. Gráficos gerados pelo software JMP™ 9.0.



Fonte: O autor.

De posse dos dados, levantaram-se quais hipóteses deveriam ser investigadas a fim de se atingir o objetivo do estudo. Tais hipóteses encontram-se listadas abaixo:

$H_0^1$ : Diferentes experiências profissionais fazem com que a nota do Teste Inicial seja influenciada pelo quadro do oficial-aluno.

$H_0^2$ : Diferentes experiências profissionais fazem com que a assimilação de conhecimentos (Desempenho – mensurado pela diferença nos graus obtidos nos Testes Final e Inicial) seja influenciada pelo quadro do oficial-aluno.

Após o levantamento das hipóteses acima, usei os softwares estatísticos *Statistica*™ 7.1 (<http://www.statsoft.com/products/>) e JMP™ 9.0 para, respectivamente, construir gráficos e aplicar as técnicas estatísticas ANOVA e o procedimento de *Tukey*. Os gráficos foram construídos com o objetivo de melhor visualizar os dados e se ter uma ideia inicial do comportamento deles; a ANOVA e o procedimento de *Tukey* foram utilizados para se confirmar ou refutar as hipóteses  $H_0^1$  e  $H_0^2$ . Conforme mencionado anteriormente, em consonância com a prática adotada na literatura, optou-se pelo valor de 5% para o nível de significância estatística para a ANOVA e para o procedimento de *Tukey*.

Por fim, em sequência à aplicação das técnicas estatísticas ANOVA e procedimento de *Tukey*, foram comparados os resultados obtidos com o uso destas técnicas com a teoria da curva de aprendizado. Este último passo objetivou posicionar os oficiais-alunos do CCEM-P quanto à quantidade de conhecimento dos mesmos.

Ressalta-se que, devido à metodologia empregada, este trabalho tem como limitação a mesma restrição das técnicas estatísticas utilizadas. Esta limitação consiste na

permanente existência de uma probabilidade de se estar enganado quanto às conclusões. Esta probabilidade é o nível de significância estatística e neste artigo é limitada ao valor máximo de 5%.

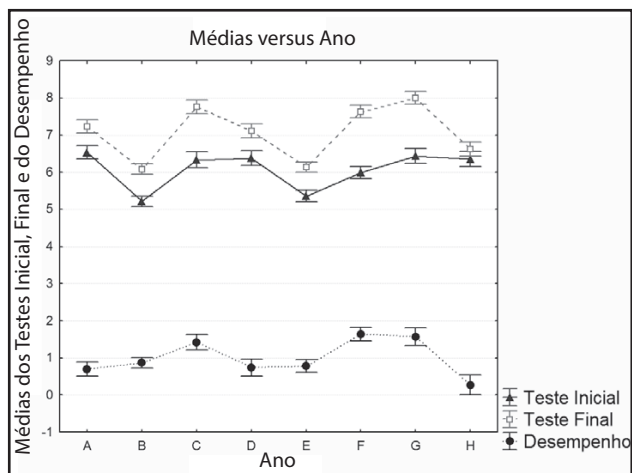
#### 4 ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, foram gerados gráficos para as médias dos Testes Inicial e Final e do Desempenho, separadas pelos diversos níveis dos três fatores (ano, posto e quadro) que têm possibilidade de afetar suas performances. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam tais gráficos, nos quais as médias são representadas por quadrados, triângulos e círculos, e as barras em forma da letra I que envolvem as médias são as barras de erro para um intervalo de confiança estatística de 95%. Os gráficos das Figuras 3, 4 e 5 foram gerados pelo software *Statistica*™ 7.1.

Barras de erro representam o intervalo de confiança - intervalo de valores que irá conter o verdadeiro valor da média da população com certa confiança estatística. Como não se observa a população e sim uma amostra da mesma, sempre se incorre em erro ao se inferir a média da população baseando-se na amostra. Tal erro é factível de ser mensurado e é descrito pelo intervalo de confiança, o qual é representado pelas barras de erro. Um intervalo de confiança de 95% representa o complemento do nível de significância estatística de 5%. Isto é, se é aceito um erro máximo de 5% (significância estatística), então em 95% das vezes o intervalo de confiança conterá o verdadeiro valor da média populacional.

A análise visual da Figura 3 sugere que o fator ano pode exercer influência nas três medidas de performance estudadas.

**Figura 3:** Médias dos Testes Inicial, Final e do Desempenho por ano.

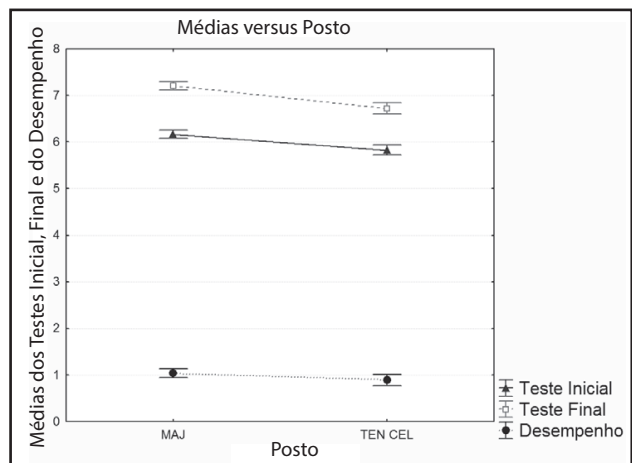


Fonte: O autor.

Pode-se inferir isto ao observar as barras de erro: não há interseção entre o limite inferior do intervalo de confiança para a média do teste Inicial no ano **A** e o limite superior do teste Inicial no ano **B**, por exemplo. Dito em outras palavras, o menor valor que a média populacional do ano **A** pode ter é maior que o maior valor que a média populacional do ano **B** pode ter, logo estas médias populacionais aparentam ser estatisticamente diferentes. O mesmo ocorre para o Teste Final nos anos **D** e **E** e para o Desempenho nos anos **G** e **H**, por exemplo.

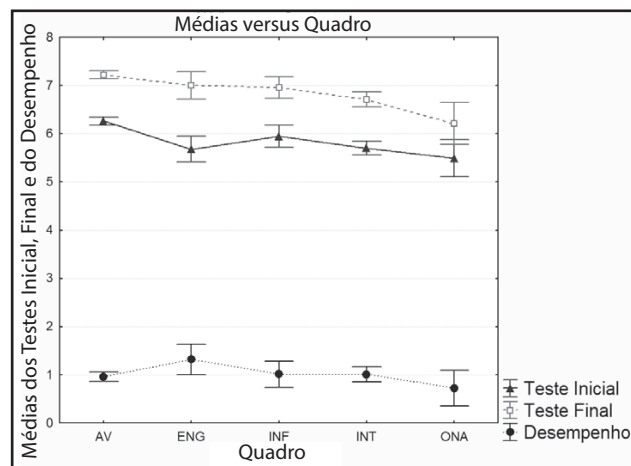
A análise visual da Figura 4 sugere que o fator posto pode não exercer influência na medida de performance Desempenho e que pode exercer influência nos Teste Inicial e Teste Final. Novamente infere-se isto ao comparar as barras de erro para as médias. Para o Desempenho, o limite inferior da barra de erro do posto Major aparentemente é menor que o limite superior do posto de Tenente Coronel. Felizmente, não há necessidade de se confiar apenas neste cheque visual. Os testes estatísticos ANOVA e procedimento de *Tukey* determinarão formalmente se o fator posto exerce ou não influência nas medidas de performance.

**Figura 4:** Médias dos Testes Inicial, Final e do Desempenho por Posto.



Fonte: O autor.

**Figura 5:** Médias dos Testes Inicial, Final e do Desempenho por quadro.



Fonte: O autor.

A análise visual da Figura 5 sugere que o fator quadro pode exercer influência nas medidas de performance Teste Inicial e Teste Final e que pode não exercer influência no Desempenho.

Após a análise visual dos dados prover uma visão geral do comportamento das medidas de performance, surge a necessidade de uma análise mais científica e formal: uma análise estatística. Como existem duas hipóteses a serem testadas, a análise estatística dos dados com os testes ANOVA e procedimento de *Tukey* será feita para cada uma das hipóteses separadamente.

#### 4.1 Hipótese relacionada com o Teste Inicial

A Figura 6 apresenta a tabela da ANOVA para o Teste Inicial.

Analisando-se a Figura 6, conclui-se que o fator Posto e a interação entre os fatores Ano e Posto são as únicas fontes que não exercem influência na média do Teste Inicial. Infere-se isto na tabela da ANOVA pela coluna *Prob > F*, pois as linhas correspondentes ao fator Posto e à interação entre os fatores Ano e Posto não possuem um asterisco ao lado das probabilidades, as quais têm valor superior a 0,05.

**Figura 6:** ANOVA gerada pelo software JMP™ 9.0 para o fator Teste Inicial.

Response Teste Inicial					
Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Ano	7	7	73,930209	11,1183	<,0001*
Posto	1	1	1,026522	1,0806	0,2988
Quadro	4	4	66,648654	17,5407	<,0001*
Ano*Posto	7	7	12,354243	1,8579	0,0733
Ano*Quadro	28	28	46,454862	1,7466	0,0098*
Posto*Quadro	4	4	9,243804	2,4328	0,0459*

Fonte: O autor.

Observe que a análise preliminar do fator Posto feita visualmente na Figura 4 sugeriu que este fator poderia exercer influência na média do Teste Inicial. Porém, a ANOVA mostra que existe uma probabilidade de 29,88% de **se estar enganado** se for inferido que as médias dos Majores e dos Tenentes Coronéis são diferentes<sup>2</sup>. Como esta probabilidade é muito maior que a máxima aceita (5%), não se rejeita a hipótese da ANOVA e assume-se que as médias destes dois postos são **estatisticamente iguais**, ou seja, assume-se que o fator posto não exerce influência na média do Teste Inicial.

Em relação à hipótese  $H_0^1$  (diferentes experiências profissionais fazem com que a nota do Teste Inicial seja influenciada pelo quadro do oficial-aluno), a ANOVA da Figura 6 indica que existe uma probabilidade de erro menor que 0,01% se for inferido que o quadro dos oficiais-alunos exerce influência no Teste Inicial. Como esta probabilidade é muito menor que o erro máximo aceitável (5%), conclui-se que oficiais de diferentes quadros têm notas médias estatisticamente diferentes entre si no Teste Inicial, confirmando, desta forma, a hipótese  $H_0^1$ .

O questionamento que se segue imediatamente à conclusão acima é: quais quadros possuem médias no Teste Inicial diferentes entre si?

O procedimento de *Tukey* para o Teste Inicial (descrito na parte esquerda da Tabela 1) objetiva responder a tal questionamento, onde se pode concluir que os quadros AV e INF possuem médias estatisticamente iguais entre si, ocorrendo o mesmo para os quadros INF, INT, ENG e ONA. O quadro INF pertence simultaneamente aos grupos 1 e 2, logo, pouco se pode concluir sobre o mesmo. Em contrapartida, pode-se afirmar, com probabilidade de se estar errado menor que 5%, que o quadro AV possui média no Teste Inicial estatisticamente diferente das médias dos quadros INT, ENG e ONA.

**Tabela 1:** Procedimento de Tukey para diferenças de médias do Teste Inicial e do Desempenho em relação ao quadro dos oficiais-alunos. Utilizou-se um o nível de significância estatística de 5%.

Quadro do oficial-aluno	Teste Inicial			Desempenho			
	Grupo 1	Grupo 2	Média	Quadro do oficial-aluno	Grupo 1	Grupo 2	Média
AV	X		6,26	ENG	X		1,32
INF	X	X	5,94	INF	X		1,01
INT		X	5,70	INT	X		1,01
ENG		X	5,68	AV	X		0,96
ONA		X	5,49	ONA	X		0,72

Fonte: O autor.

## 4.2 Hipótese relacionada ao Desempenho

A Figura 7 apresenta a tabela da ANOVA para o Desempenho.

Analisando-se a Figura 7, conclui-se que o fator Ano é a única fonte que exerce influência na média do Desempenho.

**Figura 7:** ANOVA gerada pelo software JMP™ 9.0 para o fator Desempenho.

Response Desempenho					
Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Ano	7	7	107,69742	11,3791	<,0001*
Posto	1	1	0,33734	0,2495	0,6175
Quadro	4	4	6,00929	1,1111	0,3498
Ano*Posto	7	7	4,19635	0,4434	0,8750
Ano*Quadro	28	28	36,08963	0,9533	0,5356
Posto*Quadro	4	4	7,83101	1,4480	0,2161

Fonte: O autor.

Em relação à hipótese  $H_0^2$  (Diferentes experiências profissionais fazem com que a assimilação de conhecimentos [Desempenho – mensurado pela diferença nos graus obtidos nos Testes Final e Inicial] seja influenciada pelo quadro do oficial-aluno), a ANOVA da Figura 7 indica que existe uma probabilidade de erro de aproximadamente 35% se for inferido que o quadro dos oficiais-alunos exerce influência no Desempenho. Como esta probabilidade é muito **maior** que o erro máximo aceitável (5%), conclui-se que oficiais de diferentes quadros têm médias **estatisticamente iguais** entre si no Desempenho. Dito em outras palavras, conclui-se que o fator quadro **não** exerce influência na medida de performance Desempenho, refutando, desta forma, a hipótese  $H_0^2$ . Tal conclusão é corroborada pelo procedimento de *Tukey* ilustrado na parte direita do Tabela 1, no qual todos os quadros dos oficiais-alunos pertencem ao mesmo grupo.

## 4.3 Confrontação dos resultados estatísticos com a teoria da curva de aprendizado

A teoria da curva de aprendizado afirma que, para um mesmo esforço dispendido, dois grupos de indivíduos com médias dos conhecimentos iniciais diferentes terão, se estiverem nas áreas ② ou ③ da Figura 1, médias das assimilações de conhecimentos diferentes. Estes mesmos grupos de indivíduos terão, se estiverem nas áreas ① ou ④ da Figura 1, médias das assimilações de conhecimentos aproximadamente iguais.

<sup>2</sup> A correta formulação para esta afirmação, de acordo com a estatística, seria: a ANOVA mostra que existe uma probabilidade de 29,88% de se estar enganado ao se rejeitar a hipótese nula de que as médias dos Majores e dos Tenentes Coronéis são iguais.



Como o resultado dos testes estatísticos para o Teste Inicial concluiu que os diferentes quadros dos oficiais-alunos possuem médias estatisticamente diferentes entre si, isto faz com que estes diferentes quadros tenham conhecimentos iniciais diferentes em uma curva de aprendizado típica. Por outro lado, o resultado dos testes estatísticos para o Desempenho concluiu que os diferentes quadros dos oficiais-alunos não possuem médias estatisticamente diferentes entre si - ou seja, todos os quadros tiveram uma mesma assimilação de conhecimentos. Ademais, todos os quadros dispenderam o mesmo esforço médio (um ano de estudos). Estes fatos, quando confrontados com a teoria da curva de aprendizado, fazem com que os oficiais-alunos do CCEM-P, no período de 2004 a 2011, estejam na área ❶ ou na área ❷ de uma curva de aprendizado típica. Como a média geral do Teste Final (7,02) está mais perto do conhecimento absoluto (10,0) do que da ignorância absoluta (0,0), conjectura-se que os oficiais-alunos do CCEM-P, no período de 2004 a 2011, estejam na área ❸ de uma curva de aprendizado típica. Ressalta-se que esta presunção (estar na área ❸ da curva de aprendizado) carece de embasamento teórico e formal, baseando-se somente no argumento acima exposto.

## 5 CONCLUSÃO

Este artigo analisou em que medida o desempenho dos oficiais-alunos no CCEM-P, no período de 2004 a 2011, mensurado pela diferença nos graus obtidos nos Testes Final e Inicial, foi influenciado pelos seus quadros.

A primeira Seção realizou uma revisão bibliográfica das áreas de avaliação, testes e aprendizado e de metodologia de análise estatística. Fez-se, também, uma pequena revisão sobre as ferramentas estatísticas escolhidas para a análise dos dados. A segunda Seção descreveu a metodologia empregada na consecução desta pesquisa, enfatizando como os dados foram obtidos, tabulados e analisados. Por fim, a terceira Seção apresentou, de forma sintética, os resultados da análise estatística dos dados coletados.

Na análise dos dados, foi possível observar que, em relação à hipótese de que diferentes experiências profissionais fazem com que a nota do Teste Inicial seja influenciada pelo quadro do

oficial-aluno, pode-se afirmar, com probabilidade de se estar errado menor que 5%, que o quadro AV possui média no Teste Inicial **estatisticamente diferente** das médias dos quadros INT, ENG e ONA, confirmando, desta forma, esta hipótese. Em relação à hipótese de que diferentes experiências profissionais fazem com que o Desempenho seja influenciado pelo quadro do oficial-aluno, pode-se afirmar, com probabilidade de se estar errado menor que 5%, que os oficiais de diferentes quadros têm médias **estatisticamente iguais** entre si no Desempenho, refutando, desta forma, esta hipótese. Tais conclusões foram alcançadas com o uso das técnicas estatísticas ANOVA e procedimento de *Tukey*.

Estes fatos, quando confrontados com a teoria da curva de aprendizado, permitem a conjectura de que os oficiais-alunos do CCEM-P, no período de 2004 a 2011, possuem profundo conhecimento nos assuntos ministrados no curso CCEM-P. Esta conjectura se deve ao fato da teoria da curva de aprendizado afirmar que, para um mesmo esforço dispendido, dois grupos de indivíduos com médias dos conhecimentos iniciais diferentes terão médias das assimilações de conhecimentos aproximadamente iguais somente se tiverem pouco ou profundo conhecimento em um determinado assunto; e ao fato da média geral do Teste Final (7,02) estar mais perto do conhecimento absoluto (10,0) do que da ignorância absoluta (0,0).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi atingindo ao se concluir que o quadro dos oficiais-alunos não influenciou o desempenho dos oficiais-alunos no CCEM-P no período de 2004 a 2011. Esta conclusão possibilita um melhor autoconhecimento por parte da ECEMAR, que não precisa levar em conta o quadro dos alunos no planejamento da sua metodologia de avaliação; e da Força Aérea Brasileira, a qual pode esperar que os oficiais formados pela ECEMAR no curso CCEM-P dominem os assuntos ministrados nesse curso.

Sugere-se que trabalhos futuros sejam focados em abordagens formais para a verificação da conjectura acerca do **profundo conhecimento** nos assuntos ministrados no curso CCEM-P pelos oficiais-alunos do CCEM-P no período de 2004 a 2011.

## REFERÊNCIAS

- AFFONSO, Davi S. **A produção de conhecimento no curso de comando e estado-maior no período de 1996 a 2006**. 2007. 84 f. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica)—Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, UNIFA, Rio de Janeiro, 2007.
- BARLOW, Zenobral M.; MARCONI, Mara A. **Avaliação escolar: mitos e realidades**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ensino da Aeronáutica. **MCA 37-12: plano de avaliação da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, RJ, 2012.
- DEVORE, Jay L. **Probability and statistics for engineering and the sciences**. Belmont, CA: Thomson Learning, 2004.
- MONTGOMERY, Douglas C. **Design and analysis of experiments**. 6. ed. New York: John Wiley & Sons, 2005.
- MOORE, David S.; McCABE, George. P. **Introduction to the practice of statistics**. 5. ed. New York: W. H. Freeman, 2006.
- RIBEIRO, Carlos Eduardo G. **A produção de conhecimentos sensíveis no curso de comando e estado-maior presencial, no período de 1998 a 2007**. 2008. 54 f. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica)—Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, UNIFA, Rio de Janeiro, 2008.
- ROHRER, D.; TAYLOR, K.; SHOLAR, B. Tests enhance the transfer of learning. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition**, v. 36, n. 1, p. 233-239, 2010.
- TAVARES, Julio César C. **Produção de conhecimento no âmbito dos projetos da subdiretoria de desenvolvimento e programas**. 2008. 67 f. Monografia (Curso de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica)—Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, UNIFA, Rio de Janeiro, 2008.
- TUKEY, J. W. The problem of multiple comparisons. In: Brown, H. I. (Org.) **The collected works of John W. Tukey VIII. Multiple comparisons: 1948–1983**. New York: Chapman and Hall, 1994. p. 1-300.
- TZU, Sun. **A arte da guerra: os treze capítulos originais**. Adaptação e tradução de André da Silva Bueno. São Paulo: Jardim dos livros, 2000. Tradução de: The art of war.
- VIANNA, H. M. **Testes em educação**. São Paulo: IBRASA, 1973.
- WESMAN, A.G. Reliability and confidence. **Test Service Bulletin**, v. 44. New York: The Psychological Corporation, 1952.
- WOZNIAK, Robert H. **Classics in psychology, 1855-1914: Historical Essays**. Bristol, UK: Thoemmes Press, 1999.