



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA**

CHARLES MATOS DE FREITAS

**ENSINANDO ESTATÍSTICA A PARTIR DE UM CAMPEONATO
DE FUTEBOL COM O AUXÍLIO DE PLANILHA ELETRÔNICA**

**FORTALEZA
2013**

CHARLES MATOS DE FREITAS

ENSINANDO ESTATÍSTICA A PARTIR DE UM CAMPEONATO
DE FUTEBOL COM O AUXÍLIO DE PLANILHA ELETRÔNICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Matemática. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Fábio Bezerra Montenegro.

FORTALEZA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Matemática

F936e Freitas, Charles Matos de
Ensinando estatística a partir de um campeonato de futebol com auxílio de planilha eletrônica /
Charles Matos de Freitas. – 2013.
24 f. : il., enc.; 31 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de
Matemática, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Ensino de Matemática.
Orientação: Prof. Dr. José Fábio Bezerra Montenegro.

1. Estatística - Ensino auxiliado por computador. 2. Matemática – Estudo e ensino. I. Título.

CDD 519.5

CHARLES MATOS DE FREITAS

ENSINANDO ESTATÍSTICA A PARTIR DE UM CAMPEONATO
DE FUTEBOL COM O AUXÍLIO DE PLANILHA ELETRÔNICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Matemática. Área de concentração: Filosofia Política.

Aprovada em ____/____/____ .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Fábio Bezerra Montenegro (orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcos Ferreira de Melo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Antonio Caetano Monte
Universidade Federal do Ceará (UNIFOR)

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que acreditam na educação pública.

À minha querida, forte e linda esposa.

À minha família amada, mãe e irmãs, e a memória saudosa de meu pai.

A todos os meus professores, dos primeiros que me ensinaram a brincar com o barro e a cera, aos últimos que muito me ajudaram nesse difícil mestrado.

As instituições públicas, e privadas, que me educaram, em especial ao IFCE e a UFC.

A CAPES pelo apoio financeiro, e à SBM pela apoio logístico, ao PROFMAT.

Em especial aos irmãos professores Marcelo Melo e Marcos Melo, pela força e simplicidade com que ensinam e fazem matemática.

Ao meu orientador Prof. Fábio Montenegro pela humildade com que me trata sempre, fazendo com que me sinta capaz.

Aos meus alunos da educação básica, que me aceitam e me suportam no dia a dia do meu trabalho.

Aos meus colegas do PROFMAT, que gostaria de representá-los na pessoa do professor Juarez, o mais experiente de nós.

E a Deus, pelas possibilidades que cria para cada um de nós.

RESUMO

O ensino de estatística é relevante para o entendimento da vida moderna, porém é um conteúdo ainda pouco ensinado, ou ensinado apenas teoricamente, porém através de uma situação prática, o estudo de um campeonato de futebol, e com ajuda do recurso de planilha eletrônica, transforma-se em um conteúdo bem mais interessante. Os alunos gostam de fazer tabelas e gráficos no caderno, mas ficam muito surpreendidos com os recursos do computador, principalmente quando usam essas ferramentas para fazer estatísticas e previsões sobre o futebol.

Palavras-chave: Ensino. Tabelas. Computador.

ABSTRACT

Statistic education is relevant in the knowledge of modern life, but content a taught or taught in theory. Nevertheless, in practical situation, the study championship football, and with assist appeal of spreadsheet, becomes a content better. Students like to make tables and plots in the exercise book, but they are lot quite surprised with resource for computers, mainly when are used to apply in statistics and predictions about football.

.

Keywords: Education. Tables. Computer.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	Definindo alguns termos importantes da estatística.....	09
1.2	O ensino tradicional versus as novas tendências de ensino.....	09
1.3	A importância de estratégias alternativas	11
1.4	A estratégia utilizada	12
2	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	12
2.1	A realização	12
2.2	Os gráficos e a reta de regressão linear	13
3	A ESTATÍSTICA DO BRASILEIRÃO.....	14
4	OS RESULTADOS DO TRABALHO E ANÁLISE	17
5	PROGRAMAÇÃO EM VBA.....	21
5.1	Programa para cálculo da reta de regressão	21
5.2	Programa para cálculo da média dos rendimentos de um time.....	22
5.3	Programa para cálculo da média e do desvio padrão dos rendimentos de um time.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
	REFERÊNCIAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo descrever uma estratégia de ensino de matemática, mas especificadamente do assunto de estatística descritiva para o ensino médio, usando como importante ferramenta auxiliar uma planilha eletrônica. É ao mesmo tempo teórico no sentido em que serão discutidos temas sobre a didática da matemática, e de uma maneira mais geral sobre o ensino da matemática, e é também um trabalho aplicado, pois se referencia em uma experiência prática de ensino, realizada na escola de ensino Fundamental e Médio Professor Paulo Freire, situada no bairro Henrique Jorge, em Fortaleza, Ceará. O ensino de matemática está entre aquelas coisas da vida que são bastante questionadas, as questões giram sobre a utilidade prática da matemática, sobre os métodos de ensino, sobre os conteúdos que devem ser ensinados nas aulas de matemática, sobre a formação dos professores iniciantes, e sobre a formação dos professores que já estão ensinando, e poderíamos citar vários outros temas que a sociedade vem questionando, criticando e pesquisando.

A exigência de respostas está em todos os lugares. Primeiro é importante entender que os questionamentos acima estão todos relacionados, o currículo depende da aplicabilidade do conhecimento, os métodos de ensino dependem do currículo vigente, e a formação inicial ou/e em serviço são fundamentais para um melhor ensino, em outras palavras, mesmo que se foque um dos questionamentos, nenhum pesquisador pode tratar qualquer um deles isoladamente.

1.1 Definindo alguns termos importantes da estatística

Precisaremos neste trabalho da ideia de média aritmética que é a divisão da soma de todos os dados pela quantidade destes dados. Calcularemos também o desvio padrão, que é a raiz quadrada da média aritmética dos desvios quadráticos de todos os dados em relação à média deles. E, ainda, reta de regressão que é a reta que melhor se adequa a um conjunto de dados expostos em um plano cartesiano. E por fim do coeficiente de correlação que é um número que expressa a precisão da reta de regressão, varia entre 0 e 1, e quanto mais próximo de 1 melhor é a reta de regressão.

1.2 O ensino tradicional versus as novas tendências de ensino

Por muito tempo ensinar matemática era a coisa mais simples do mundo, o professor apresentava um conteúdo no quadro, por exemplo, conjuntos, isto significava explicitar

algumas ideias, e escrever no quadro algumas definições, inclusive definições de símbolos, dava exemplos de utilização das definições e das ideias, a partir daí chegava a proposições e teoremas mais importantes, mostrava as relações entre tais proposições, relações de implicação, de equivalência, e por fim fazia a demonstração do que fosse possível, levando-se sempre em conta o tempo do curso, e a necessidade ou não de aprofundamento da turma. Depois da exposição os alunos teriam que resolver uma boa quantidade de exercícios, e problemas, até memorizar e entender as ideias, os símbolos, as proposições e teoremas, e principalmente aprender como é que se resolvem as questões daquele conteúdo.

Foi assim que muitas gerações aprenderam matemática, assistindo a exposição do professor, e em seguida fazendo muitos exercícios. Esse método é classificado hoje como ensino tradicional, que tem como principal marca contraditória o fato de ser muito criticado, e ao mesmo tempo ser o método de ensino ainda mais utilizado. As principais críticas dizem respeito à eficácia, pois os alunos estão atingindo baixas notas sejam nas avaliações internas da escola, ou nas avaliações externas como SAEB e ENEM. E esta é uma contradição, que este trabalho não tem a possibilidade de resolver, como algo ineficaz do ponto de vista dos resultados é ainda utilizado como a principal maneira de ensinar?

De outro lado temos as tendências construtivistas, socioconstrutivistas, interacionistas, empíricas, humanistas, e de algumas outras denominações, que tem em comum deslocar a atenção do professor como o detentor do conhecimento e da capacidade de ensino, para o aluno como sujeito ativo, capaz, e também de valorização do meio e do empirismo, dos instrumentos como calculadoras, computadores, blocos lógicos, materiais geométricos, com o pressuposto claro de que o conhecimento matemático deve ser construído em equipe, professor mais a turma, e que a experiência prática, a manipulação de objetos e uso de máquinas, são fundamentais para o aprendizado da matemática. O professor passa a ser um planejador e organizador de atividades didáticas, não é mais o expositor de conteúdos. O aluno não é mais o receptor, é o sujeito ativo que vai descobrir e construir o conhecimento junto com o professor, que assume um papel de tutoria.

E agora não existe uma contradição clara quanto anteriormente, o que existe são mais obstáculos para a aplicação: como o professor educado de uma maneira passiva em toda a sua vida vai ensinar valorizando a atividade do aluno, como vai introduzir os objetos e a tecnologia em sua sala de aula? Inclusive é bom observar que muitos professores da educação básica não aceitam que os alunos usem calculadoras simples em sala de aula. Esses obstáculos muitas vezes são, de forma reducionista, classificados como consequência da resistência dos professores para a mudança. E também de forma simplificadora, esses métodos novos são

defendidos como sendo a salvação do ensino da matemática, caso fossem aplicados pela a maioria dos professores. O que parece, guardadas às devidas proporções, com o que acontece com o sistema social onde muitos pregam que o sistema comunista seria mais justo, só que a maioria curte mesmo é consumir, comprar, concorrer, enfim a maioria se rende aos encantos do sistema capitalista. As novas tendências e seus defensores defendem uma revolução no aprendizado, mas os professores continuam se rendendo as qualidades e facilidades do ensino tradicional. Contradição que está ligada a este trabalho, porque o mesmo sugere uma estratégia alternativa de ensino, mas é importante deixar claro, que este trabalho não critica nem defende o ensino tradicional, expositivo, ou o outro lado, pois não tem abrangência teórica para se posicionar nessa questão, e se a questão foi levantada foi para mostrar um panorama do ensino de matemática, das dificuldades que se apresentam.

1.1 A importância de estratégias alternativas

Mesmo não tomando partido a favor, ou contra o ensino tradicional, esse trabalho defende a importância de os professores, e as escolas, de maneira organizada experimentar formas diferentes de abordar os conteúdos matemáticos. Um conceito novo não pode ser apreendido pelo aluno simplesmente quando o professor o explica, mesmo que dê muitos exemplos, um conceito, ou uma ideia resiste ao tempo somente se for útil, se for aplicável, e de certa maneira acontece assim para o aluno, aplicando e testando o conceito em situações diferentes, exercícios diferentes, em instrumentos diferentes, é que vai ficar estruturado em sua mente o conceito. Duas variáveis são importantíssimas, o tempo de aprendizagem, pois certos conceitos levam algumas aulas para serem apreendidos, outros podem levar meses ou todo o ano letivo, e a outra variável é a variedade de formas e métodos que o aluno vai interagir com o conceito.

Por exemplo, ao ensinar logaritmos, o professor pode defini-lo como um expoente ou como uma área sobre uma hipérbole, isso inicialmente pode não ter significado algum para o aluno, principalmente se não tiver aprendido bem o que é potência, ou o que é o esboço de uma hipérbole no plano cartesiano. Após fazer exercícios em algumas aulas, vai clareando na mente do aluno a simplicidade do que sejam logaritmos, seja como expoente, seja como áreas. Depois de aprender as vantagens de calcular com logaritmos, e isso leva algumas aulas, é essencial o professor mostrar que em calculadoras é possível obter logaritmos rapidamente com uma dezena de casas decimais de precisão, pode ainda em papel milimetrado ajudar os alunos a fazerem esboços de gráficos de logaritmos, e ainda mostrar a evolução histórica deste

conceito, e das mudanças em sua aplicação durante os séculos, inicialmente em cálculos computacionais, até chegar a sua importância teórica dentro do desenvolvimento de vários modelos matemáticos.

Todo esse processo exige tempo e instrumentos simples como máquinas de calcular e papel milimetrado. O professor experiente precisa dar atenção a essas duas variáveis, o tempo necessário, e variedade de situações em que o conceito pode ser envolvido, quando se fala em variedade quer se dizer instrumentos, problemas, história e aplicações práticas. Alguns conceitos devido à simplicidade que possuem serão aprendidos rapidamente com uma simples exposição no quadro, outros necessitarão de um esforço, de uma estratégia bem variada.

A própria classificação se um conceito é simples ou complexo vai depender da experiência do professor, e do nível da turma, o conceito de proporção pode ser simples no ensino médio, mas nunca o será no ensino fundamental, o conceito de logaritmo pode ser simples para uma turma de engenharia no ensino superior, mas nunca o será para alunos da primeira série do ensino médio. O professor tem que está preparado e motivado para buscar estratégias que respeitem o tempo de aprendizagem e a variedade de contatos com o conceito novo a ser ensinado.

1.2 A estratégia utilizada

Ao conceber este trabalho a motivação foi fazer um trabalho de conclusão de curso, e testar ideias sobre a aplicação do conhecimento matemático em um caso particular, a saber, previsibilidade e tendências em um campeonato de futebol por pontos corridos. Assim sendo o professor escolheu dois alunos que mostravam um bom desempenho e interesse em matemática da terceira série do ensino médio e fez o convite para que os três juntos pudessem iniciar os trabalhos. O campeonato estudado foi o Brasileirão 2012, a coleta de dados foram as tabelas disponíveis na Internet da 24ª rodada até a 31ª rodada, a partir do estudo sobre essas oito rodadas foram feitas previsões sobre o desfecho do campeonato que no total tem 38 rodadas, e são vinte times disputando entre si, todos devem jogar contra todos. O objetivo era acertar o máximo possível sobre a classificação final do campeonato, conseguimos acertar a classificação de metade dos times, o que foi motivo de comemoração pela equipe, esperamos, principalmente o professor, repetir esse trabalho futuramente envolvendo um maior número de alunos, melhorando as técnicas de análise dos dados e buscando melhores resultados. Apesar desses resultados em termos de acertos na classificação de metade dos times, o resultado principal foi aplicar a matemática ao nível do ensino médio, em um assunto tido

como de relevante importância para o ENEM, que é o conhecimento de medidas de tendência central e de dispersão em estatística descritiva básica.

2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

2.1 A realização

Em agosto de 2012 dois alunos foram convidados para a realização dos trabalhos, sempre dirigidos e orientados pelo professor, o que era esperado dos alunos era o aprendizado de alguns conceitos de estatística que são cobrados no ensino médio, entre eles: média, mediana, moda, variância, desvio padrão, desvio absoluto médio, amplitude dos dados e tabela de frequências. Apesar de que para a execução ainda acrescentamos distribuição normal, coeficiente de variação, regressão linear simples e coeficiente de correlação linear. Cada conceito era exposto no quadro, e em seguida aplicado ao estudo do campeonato, alguns só eram compreendidos pelo aluno depois que eles em casa tentavam repetir os cálculos anteriormente feitos juntos com o professor, pois isso era sempre cobrado, que os alunos tentassem repetir em casa o trabalho feito semanalmente em equipe.

Os encontros duravam de uma hora à uma hora e meia, ocorriam uma vez por semana, sendo que houve semana de acontecerem dois encontros. Os dias eram sextas ou/segundas, dias escolhidos para avaliar as rodadas do “brasileirão” que aconteciam em outros dias da semana. Começavam no final do dia, após terminarem as aulas da tarde, como o trabalho se deu em setembro e outubro de 2012, foram em torno de oito encontros, e em novembro os três, professor e alunos, apresentaram os resultados em duas turmas, um terceiro ano da manhã, e um terceiro ano da tarde. A importância das apresentações foi a de verificar como os dois alunos explicariam o projeto, e a de transmitir a possibilidade de aplicação da matemática para um público maior, mesmo que de forma rápida, em uma aula de cinquenta minutos.

O computador (a planilha eletrônica) e a Internet foram essenciais. Na internet pesquisávamos o andamento do campeonato, a classificação dos times com a devida pontuação. Na planilha todos os cálculos eram feitos, onde utilizávamos funções estatísticas já presente na própria planilha, ela acaba fazendo todo o trabalho, aos alunos e ao professor cabia à análise dos resultados, a interpretação, a organização das tabelas e dos gráficos. A parte computacional era a planilha que fazia sempre, e esse foi um dos objetivos principais do trabalho, ensinar estatística com o auxílio de uma planilha eletrônica. Os alunos ficavam

surpresos quando viam que os conceitos discutidos no quadro já se encontravam todos lá na planilha como fórmulas ou funções, que era fácil e fundamental usar o computador para um trabalho como esse, com um grande número de dados, e inclusive de cálculos e resultados para serem produzidos e analisados.

2.2 Os gráficos e a reta de regressão

Nas oito rodadas estudadas foi construído um gráfico de segmentos dos rendimentos dos times, um gráfico para cada time. Esses gráficos foram muito importantes para a previsão final do posicionamento do time na tabela de classificação. Pelo gráfico fica clara a tendência do time de subida na tabela, ou descida, ou ainda de estagnação. Como era importante ter uma aproximação da pontuação final do time, se o gráfico de segmentos tivesse a propriedade de ser substituído por uma reta, que chamamos na estatística de reta regressão, seria ótimo, apesar de que dentro de um rigor estatístico a reta de regressão não deve ser usada para fazer extrapolações, e sim apenas para interpolações. Porém esse trabalho precisava de qualquer informação que indicasse como o time terminaria o campeonato, em qual posição estaria na rodada final.

Entretanto a maioria dos times não teve seus rendimentos bem ajustados a uma reta de regressão, pelo motivo de que os rendimentos de um time, para a maioria das equipes, é uma série que varia pouco. Mesmo assim poderíamos ter uma reta de regressão horizontal, e isso acontece, mas essa reta horizontal não é importante, pois se o comportamento do time é estável, não apresenta tendência de subida ou descida, a média dos rendimentos, e o desvio padrão associado, são suficientes para representar e fazer uma previsão do time dentro do campeonato. A utilidade da reta de regressão seria encontrar uma equação para calcular uma pontuação em rodadas futuras, mesmo sendo essa previsão de pequeníssima precisão, tornando-se melhor para previsões curtas, de poucos jogos à frente. No nosso estudo a previsão foi para sete rodadas, e poucos times se adequaram a uma reta ascendente ou descendente. A maioria se encontrou estabilizado dentro do campeonato, sofrendo variações pequenas em torno de um rendimento médio.

3. A ESTATÍSTICA DO BRASILEIRÃO

Foi de fundamental importância o entendimento por parte da equipe de que a descoberta de padrões seria a base de todo o trabalho. O principal desses padrões foi o

rendimento do time no campeonato, também chamado de aproveitamento. O rendimento é o percentual de pontos obtidos entre todos os pontos disputados, assim se um time jogou 30 partidas, obtendo para cada vitória três pontos, para cada empate um ponto, e em caso de derrota nenhum ponto, e se nessas 30 partidas venceu 12, empatou 8 e perdeu 10, terá um rendimento de $(12 \times 3 + 8 \times 1 + 10 \times 0) / (30 \times 3)$ que dá 0,48888..., um aproveitamento de 48,89% nesses 30 jogos. Esse número além de ser fácil de calcular é o melhor índice de acompanhamento do desempenho de um time, pois a partir de certa quantidade de jogos ele vai ficando estável, isso é um fato empírico, mas que também tem uma fácil explicação matemática.

A estabilidade do rendimento deve-se ao fato de que quando muitos pontos já foram disputados os próximos a serem acrescentados terão um peso cada vez menor. Por exemplo, 3 pontos conquistados na décima rodada, representa 3 de 30, já se esses mesmos 3 pontos forem conquistados na trigésima rodada tem um valor proporcional 3 vezes menor. Assim o rendimento do time sofre cada vez menos variações no decorrer do campeonato, é um fator estável, forte para as avaliações que pretendíamos.

Vamos colocar os rendimentos do Botafogo como exemplo, nas oito rodadas analisadas, começando na vigésima quarta e terminando na trigésima primeira: 52,78%, 52,00%, 51,28%, 49,38%, 47,62%, 45,98%, 45,56% e 47,31%. Esses rendimentos giram em torno de 49% com uma variação absoluta máxima de 4% para cima ou para baixo, com essas informações é razoável supor que a classificação final do campeonato terá o Botafogo com um aproveitamento num intervalo de 45% até 53%. É razoável, mas não é certo, a estatística não trabalha com a certeza, trabalha com a razoabilidade. Essa afirmação sobre o desempenho final do Botafogo é razoável no sentido empírico verificado da estabilidade do rendimento do time depois de um bom número de partidas disputadas, para ser mais preciso depois de quinze partidas, e é claro que esse número está ligado ao total que são trinta e oito partidas.

Foi mostrado aos alunos outro padrão muito importante que é a pontuação média dos vinte times a cada rodada, e paralelamente o desvio padrão da pontuação dos times em relação a essa média. Esse número sempre está próximo de 1,33 vezes o número da rodada disputada, por exemplo, na rodada 27 a média da pontuação dos times deve estar bem perto de 1,33 vezes 27 que dá 36 pontos. E a explicação é simples: a cada três partidas é razoável que o time obtenha 4 pontos, isto é, uma vitória, um empate e uma derrota. Não é comum que o time ganhe as três, ou perda, ou empate as três. Assim a pontuação média é $4/3$ (três da vitória mais um do empate) que é aproximadamente 1,33. E quanto maior o número de partidas esse padrão mais se revela, pois acaba havendo um equilíbrio entre vitórias, empates, e derrotas.

Se esse equilíbrio não acontece para um time individualmente, pois tem time que ganha mais, e tem time que perde mais, quando olhamos a totalidade dos times esse equilíbrio se revela, pois quando algum time ganha outro perde. Esse equilíbrio só não é mais preciso porque os times mais vencem (e mais perdem) do que empatam, o que já não é tão fácil explicar, empiricamente os empates tem ficado em torno de um quarto das partidas, e não em torno de um terço, como seria matematicamente esperado. Isso faz com que o número padrão 1,33 seja na prática um pouco maior girando em torno de 1,36. O que estatisticamente não é nenhum problema, pois o padrão continua existindo. Quando existem padrões, como os dois já citados, a saber, a média da pontuação de todos os times, e o rendimento percentual de cada time isolado, é que se torna possível a análise estatística, que se fundamenta em padrões e regularidades, que de preferência se transformem em números, poderiam resumir esse fato da seguinte maneira: nada mais imprevisível, irregular do que uma partida de futebol, porém o mesmo não se pode afirmar sobre o campeonato como um todo, existem regularidades, padrões como os descritos acima, e outros que ainda serão descritos.

Durante a realização dos trabalhos a cada rodada analisada esses padrões eram calculados e devidamente registrados, a saber: o rendimento de cada time, a média da pontuação dos vinte times. A seguir vamos mostrar outros números importantes que eram calculados e analisados a cada rodada do campeonato.

O desvio padrão da média dos times. Com o desvio podemos separar os times que se destacam porque são muito bons, ou pelo contrário. Quando tomamos a média dos times e somamos com o desvio padrão dos pontos em relação a essa média, conseguimos atingir uma pontuação alta, tão alta que em geral de 2 a 4 times tem pontos igual ou maior que esse valor. E de maneira semelhante, mais para o lado contrário, quando tomamos a média dos vinte times e subtraímos o desvio padrão dos pontos em relação a essa média, obtemos um valor tão baixo que da mesma forma apenas de 2 a 4 times tem uma pontuação menor ou igual a essa. E ainda o intervalo criado por esses valores, média menos o desvio até média mais o desvio, contém sempre de 12 a 16 times, e todos esses times não se destacam nem como muito bons nem como muito ruins. Esse intervalo cria uma classificação, os times que ganham muito, os times comuns (que perdem e ganham em proporções parecidas), e os que perdem muito. Enquanto a média dos times é sempre crescente, como já mencionamos, o desvio padrão em relação a essa média tende a se estabilizar em um valor próximo de 12,5 a partir da metade do campeonato. Tendo campeonatos mais equilibrados com um desvio final de 11 e outros com menos equilíbrio entre os times com um desvio final de 14.

O coeficiente de variação que é a razão entre o desvio padrão e a média da pontuação dos times. Esse número é sempre decrescente, isso é uma constatação de que o campeonato tende a uma situação de equilíbrio, isto é, a mudança de posição na tabela por um determinado time vai ficando cada vez mais difícil, é como se os times fossem encontrando seu lugar no decorrer do campeonato, antes do término do mesmo. No final do campeonato costumamos ter um coeficiente de variação igual a $12,5/(1,33 \times 38)$ que dá aproximadamente 0,25. Nos campeonatos mais equilibrados podemos ter um coeficiente de variação final de 0,21, e nos menos equilibrados igual a 0,29. Quando falamos em coeficiente de variação final temos como referência a média final, e o desvio padrão respectivo.

A amplitude da pontuação dos times, que é simplesmente a subtração entre a pontuação mais alta dos times e a pontuação mais baixa, entre o primeiro lugar e o vigésimo lugar. A amplitude é sempre crescente, porque os times vão se afastando um dos outros, todos começam com pontuação zero, em posições iguais, mas em seguida temos que ter a imagem de uma corrida, onde a distância entre o corredor vencedor e o último da corrida tende a ser máxima no final da corrida. Essa distância é justamente a amplitude dos dados. E apesar de todos os times estarem sempre subindo a pontuação, o time da frente sobe em ritmo mais acelerado do que o último. Os campeões do campeonato brasileiro chegam a atingir perto de setenta e cinco pontos, e os “lanternas” costumam atingir trinta pontos, o que dá uma amplitude final de 45 pontos. Essa amplitude final chega a 40 pontos nos campeonatos mais equilibrados, e a 50 pontos nos campeonatos mais desequilibrados.

4. OS RESULTADOS DO TRABALHO E ANÁLISE

Abaixo temos uma tabela mostrando a pontuação média dos vinte times a cada rodada estudada, a razão entre essa média e o número da rodada, o desvio padrão associado a essa média, o coeficiente de variação e a amplitude da tabela de pontuação.

**TABELA DOS PADRÕES DO BRASILEIRÃO 2012
DA 24ª RODADA ATÉ 31ª RODADA**

	Média da pontuação	Razão: média/Rodada	Desvio padrão	Coeficiente de Variação	AmplitudePontuação
24ª Rodada	32,80	1,37	9,49	0,29	36

25 ^a Rodada	34,10	1,36	9,26	0,27	33
26 ^a Rodada	35,45	1,36	9,49	0,27	36
27 ^a Rodada	36,75	1,36	9,83	0,27	39
28 ^a Rodada	38,15	1,36	10,69	0,28	42
29 ^a Rodada	39,65	1,37	11,06	0,28	45
30 ^a Rodada	41,00	1,37	11,48	0,28	45
31 ^a Rodada	42,35	1,37	11,28	0,26	46

Podemos ver na tabela o equilíbrio do campeonato evidenciado pelo coeficiente de variação decrescente, começando em 0,29 e terminando em 0,26. Quanto menor esse número mais equilibrado é o campeonato, mais competitivo, e também menos previsível. A razão entre a média dos times e o número da rodada é praticamente constante, mostrando que a proporção de empates com o total de jogos varia pouco, esse número (a razão média/rodada) deveria ser 1,33 se os empates representassem 1/3 das partidas, o que seria esperado, mas devido a competitividade ser alta os empates acontecem em proporção menor. Neste campeonato, nas rodadas estudadas a proporção de empates ficou em torno de 27%, o que fez a razão ficar entre 1,36 e 1,37. Como era de se esperar a pontuação média é crescente (mais pontos os times vão ganhando), a amplitude também, e como a amplitude cresce o desvio padrão também segue esse crescimento, isso acontece porque os times vão se distanciando, o que na prática dificulta a troca de posições entre eles. E conseqüentemente uma estabilidade na tabela de classificação.

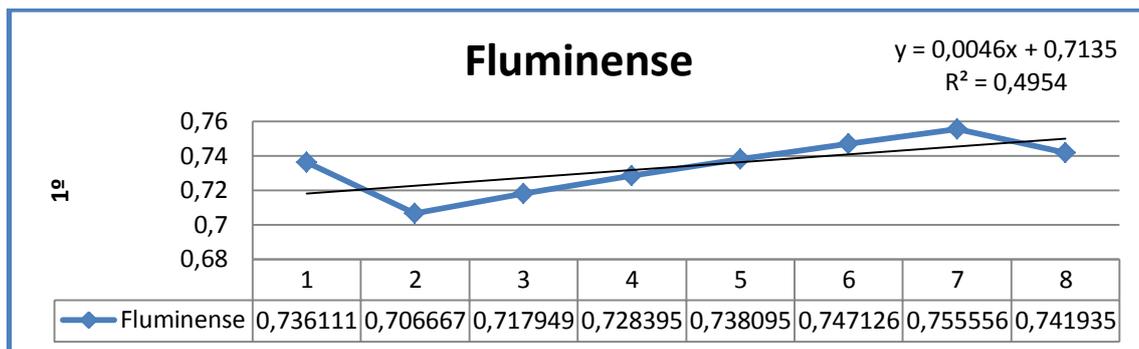
Para esclarecer essa estabilidade: a competição é forte, o time ganha numa rodada e na outra rodada já perde, e esse “ganha e perde” dificulta o time subir ou descer na tabela. A competitividade entre os times cria uma estabilidade na classificação. É claro que se os times fossem muito diferentes em qualidade, de forma que a competitividade fosse baixa, a tabela de classificação também seria estável, porém por motivos contrários.

Como os times são nivelados cada jogo é imprevisível, no entanto no decorrer da competição o resultado final vai se desenhando, se evidenciando a cada nova classificação. O desnivelamento entre os times, que não é o caso, tornaria o campeonato muito menos emocionante, e bem mais previsível. Por outro lado, o nivelamento torna os jogos melhores e mais imprevisíveis (a emoção do futebol depende disso), mas não anula a previsibilidade do conjunto dos times.

A seguir temos um exemplo com um time, o Fluminense com os devidos rendimentos, do estudo que foi feito para todos os vinte times:

FLUMINENSE		
:		RENDIMENTOS
	0,736111111	24 ^a rod.
	0,706666667	25 ^a rod.
	0,717948718	26 ^a rod.
	0,728395062	27 ^a rod.
	0,738095238	28 ^a rod.
	0,747126437	29 ^a rod.
	0,755555556	30 ^a rod.
	0,741935484	31 ^a rod.
Média		0,733979
Desvio P.		0,014821
Rendimento P+		0,748800
Rendimento P-		0,719158
Pontos P+		85,36324
Pontos P-		81,98404
Ponto med.		83,67364

**GRÁFICO DOS RENDIMENTOS DO
FLUMINENSE DA 24^a RODADA ATÉ A 31^a RODADA**



O rendimento é a divisão dos pontos do time numa determinada rodada pelos pontos já disputados por ele, por exemplo, na 24ª rodada o fluminense havia disputado 72 pontos (24x3) e conquistado 53 pontos, o que deu um rendimento de 53/72 que é 0,736111 conforme mostrado acima. Depois de calculados os oito rendimentos, calcula-se a média deles e o desvio padrão. Também se constrói um gráfico de segmentos, o gráfico é muito importante porque visualmente mostra como o time está variando, como varia os seus rendimentos.

Todo esse trabalho foi feito em uma planilha eletrônica. A equação no alto do gráfico é da reta de regressão, a linha que corta o gráfico de segmento mostrando a sua tendência, no caso do Flu, temos claramente uma tendência de crescimento. Abaixo da equação temos o coeficiente de correlação R^2 que é importantíssimo, ele é um número entre 0 e 1 sempre, quando próximo de 1(mais que 0,9) indica que a tendência é forte e que a série analisada não é constante, não é estável. Caso contrário, como no exemplo do Flu, onde seu valor é 0,4954, indica que a série é estável, e assim para o Fluminense não devemos usar a equação da reta de regressão para nada. A série é estável, devemos trabalhar com o rendimento médio, os rendimentos do Fluminense vão está bem próximos da média que deu 0,734, e devem variar em termos absolutos dentro de um desvio padrão, isto é, devem variar de 0,015(um desvio) para mais ou para menos.

Levando-se em conta essa variação de um desvio padrão para mais ou para menos é que calculamos um rendimento P+ (para mais), $0,734+0,015=0,749$, e calculamos um rendimento P- (para menos), $0,734-0,015=0,719$. A partir desses três valores estimamos para o Fluminense uma pontuação máxima, média e mínima para terminar o campeonato, bastando multiplicar o total de pontos do campeonato que é 114 pelos respectivos rendimentos: médio, p+ e p-. Ficou assim: a previsão é de que o Fluminense deveria terminar o campeonato com uma pontuação média de 84 pontos podendo variar de 82 pontos a 85 pontos. Como nenhum outro time atingiu esse intervalo de 82 a 85, nesses mesmos tipos de cálculos, ficou previsto que o fluminense seria o campeão brasileiro de 2012.

E assim fizemos a previsão de posicionamentos dos vinte times para o final do campeonato, no dia em que analisamos a 31ª rodada, isto é, 7 rodadas antes do final. Quando havia dois intervalos bem próximos para escolher qual dos times terminaria na frente usávamos dois critérios, a equação da reta de regressão (desde que tivesse um coeficiente de correlação maior que 0,9) e, o critério que foi mais usado, qual dos dois tinha um pontuação máxima maior, assim tomamos como critério principal para o desempate o limite superior do intervalo de pontuação.

Abaixo temos a classificação que criamos com base nos critérios acima:

1º. Fluminense(82 a 85),	2º. Atlético Mineiro(74 a 78),
3º. Grêmio(71 a 73),	4º. São Paulo(59 a 66),
5º. Vasco(63 a 67)	6º. Internacional(56 a 58)
7º. Botafogo(53 a 59)	8º. Corinthians(52 a 55)
9º. Cruzeiro(50 a 53)	10º. Santos(48 a 51)
11º. Ponte Preto(46 a 50)	12º. Náutico(46 a 50)
13º. Flamengo(46 a 49)	14º. Portuguesa(45 a 48)
15º. Coritiba(41 a 48)	16º. Bahia(44 a 47)
17º. Sport(35 a 38)	18º. Palmeiras(32 a 38)
19º. Figueirense(31 a 34)	20º. Atlético Goianiense(27 a 29)

5 PROGRAMAÇÃO EM VBA

Em todo o trabalho o auxílio das planilhas eletrônicas foi fundamental, no que diz respeito a tabulação dos dados, e o uso das funções estatísticas. Essas funções encontram-se prontas para o uso, porém é possível dentro da planilha criar programas para fazer o papel realizado pelas funções estatísticas pré-definidas. Abaixo estão os códigos de programação que podem ser usados para os cálculos de média, desvio padrão e da reta de regressão linear. A linguagem de programação é o VBA (VISUAL BASIC PARA APLICAÇÃO).

5.1 Programa para calcular a reta de regressão

Sub retaderegressão()

Dim somax, somay, somax2, somaxy, i, m, n As Double

Dim sx(7), sy(7) As Double

For i = 1 To 8

```

sx(i - 1) = Cells(i, 1)
sy(i - 1) = (Cells(i, 2)) / (72 + 3 * (i - 1))
Next
For i = 1 To 8
somax = somax + sx(i - 1)
somay = somay + sy(i - 1)
Cells(i, 3) = sy(i - 1)
somaxy = somaxy + sx(i - 1) * sy(i - 1)
somax2 = somax2 + (sx(i - 1) ^ 2)
Next
m = (8 * somaxy - somax * somay) / (8 * somax2 - somax ^ 2)
n = (1 / 8) * (somay - m * somax)
Cells(9, 5) = m
Cells(9, 6) = n
End Sub

```

5.2 Programa para cálculo da média dos rendimentos de um time

```

Sub Médiadosrendimentos()
Dim a, b, c, d, e, f, g, h, m As Double
Plan2.Select
Cells(1, 1).Select
a = ActiveCell
Cells(2, 1).Select
b = ActiveCell
Cells(3, 1).Select
c = ActiveCell
Cells(4, 1).Select
d = ActiveCell
Cells(5, 1).Select
e = ActiveCell
Cells(6, 1).Select
f = ActiveCell
Cells(7, 1).Select

```

```

g = ActiveCell
Cells(8, 1).Select
h = ActiveCell
m = (a + b + c + d + e + f + g + h) / 8
Plan1.Select
Cells(1, 1) = m
End Sub

```

5.3 Programa para cálculo de media e desvio padrão dos rendimentos de um time

```

Sub media()
Dim x, y, z(8), w As Double
Dim a(8) As Double
Plan1.Select
x = 1
y = 0
For x = 1 To 8
a(x) = Cells(x, 1)
y = y + a(x)
Next
Cells(9, 1) = y / 8
y = y / 8
w = 0
For x = 1 To 8
z(x) = (a(x) - y) * (a(x) - y)
w = w + z(x)
Next
Cells(10, 1) = (w / 8) ^ 0.5
End Sub

```

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre a previsão da tabela de classificação comparada com a classificação final foram acertados 10 times, um sucesso de metade da classificação. Destacando-se que do primeiro ao sétimo colocado houve apenas um erro, vejamos:

**TABELA DE COMPARAÇÃO ENTRE
CLASSIFICAÇÃO PREVISTA E CLASSIFICAÇÃO FINAL**

CLASSIFICAÇÃO PREVISTA	CLASSIFICAÇÃO FINAL
FLUMINENSE	FLUMINENSE
ATLÉTICO MINEIRO	ATLÉTICO MINEIRO
GRÊMIO	GRÊMIO
SÃO PAULO	SÃO PAULO
VASCO	VASCO
INTERNACIONAL	CORINTHIANS
BOTAFOGO	BOTAFOGO
CORINTHIANS	SANTOS
CRUZEIRO	CRUZEIRO
SANTOS	INTERNACIONAL
PONTE PRETA	FLAMENGO
NÁUTICO	NÁUTICO
FLAMENGO	CORITIBA
PORTUGUESA	PONTE PRETA
CORITIBA	BAHIA
BAHIA	PORTUGUESA
SPORT	SPORT
PALMEIRAS	PALMEIRAS
FIGUEIRENSE	ATLÉTICO GOIANIENSE
ATLÉTICO GOIANIENSE	FIGUEIRENSE

Esse resultado foi motivo de comemoração tendo em vista ser a primeira vez que a equipe fez um trabalho dessa natureza. Mas o principal ganho não foi ter acertados os

10 times da tabela, e sim o fato de os alunos terem aprendidos conceitos importantíssimos em uma atividade prática.

No início dos trabalhos, nos primeiros encontros os alunos estavam meio perdidos, tentavam entender o que iríamos fazer, aos poucos foram se soltando, ficavam ansiosos para saber como tinha sido mais uma rodada, pra iniciar os cálculos. Os conceitos principais do trabalho foram exaustivamente discutidos, a saber, média, o desvio padrão e a reta de regressão. Ficaram evidentes também as limitações da estatística, que é talvez a melhor ferramenta de previsão criada pelo ser humano, mas que não pode prever tudo, ou fazer estimativas com certeza absoluta.

Quando os alunos prepararam uma apresentação para as turmas em que estudavam, e realizaram tal apresentação, é que ficou confirmado para o professor que eles tinham entendidos os conceitos ensinados, inclusive quando respondiam dúvidas dos colegas. Esse era o objetivo principal: ensinar estatística.

O trabalho poderá ser repetido futuramente com melhorias do método de previsão, e com um grupo maior de alunos, que possibilitaria um aumento da capacidade de acumulação de dados, isto é mais rodadas serem estudadas, e mais conceitos serem envolvidos nas análises.

Enfim, para o professor o retorno foi o maior possível, pois conseguiu testar uma ideia diferente de ensinar, e principalmente conseguiu material para produzir este trabalho de conclusão do curso.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO FILHO, Manoel F. **Geometria analítica e álgebra linear**: 2ª ed.- Fortaleza: Edições Livro Técnico, 2003.

LIMA, Elon L. **Geometria analítica e álgebra linear**: 2ª ed.- Rio de Janeiro, IMPA, 2010.

DACHS, Noberto. **Estatística computacional**: uma introdução em turbo Pascal. Tradução de Renata M. P. Cordeiro. São Paulo: Editora Landy, 2001.

LIMA, Elon L et al. **A matemática do ensino médio** : 6ª edição – Rio de Janeiro: SBM, 2006.

LIMA, Elon L et al. **Temas e problemas elementares**: 12ª ed.- Rio de Janeiro: SBM, 2006.

STEVENSON, Willian J. **Estatística aplicada à administração**. Tradução de Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981.