MODELOS DE PREVISÃO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Victorina Naquela

Mestrado em Finanças

Professor Doutor Paulo Alexandre Botelho Rodrigues Pires

Junho de 2014

DCEE | UPT UNIVERSIDADE PORTUCALENSE

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à direcção da Cespu-formação Angola por ter proporcionado esta sublime e ímpar oportunidade de alcançar o tão cobiçado título de mestre.

A todos estudantes do curso de Mestrado de Finanças, em especial os da província de Benguela, dedico êxitos permanentes na busca do conhecimento científico.

A toda a minha família, por tudo o que fez para que este trabalho fosse um êxito.

Alta estima e consideração aos meus colegas, Josefa, Pedro, Casal Chombossi, bem como todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram na elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente devo agradecer a DEUS, todo-poderoso por me ter dado saúde e vida para o êxito do meu trabalho.

A prestimosa atenção que tenho sido alvo, pelo meu orientador Dr. Paulo Pires fundamentalmente no que tange à sua disponibilidade e entrega na orientação deste trabalho até à sua fase final.

Aos meus supostos pais que sempre me dedicaram amor, educação e carinho, pelos seus ensinamentos com os quais aprendi a sonhar, acreditar e por isso me orgulho de ser o que sou.

À minha família, meu esposo Gervásio e meus filhos, pela paciência, apoio e carinho dedicados em todas as etapas da vida.

Ao meu colega, amigo e irmão Pedro Sakapumo, pelo apoio, e pela sua prontidão em me ajudar em tudo quanto foi possível para a realização deste trabalho.

E a todas outras pessoas que, das mais diferentes maneiras, participaram desta história.

RESUMO

O planeamento de toda e qualquer actividade futura tem como ponto de partida a previsão. Não é possível atingir objectivos reiais e precisos sem que a previsão esteja presente na gestão.

O trabalho que se apresenta centra-se em identificar os fundamentos teóricos que sustentam os conteúdos sobre modelos de previsão nas instituições do ensino de pós graduação, em Angola.

A pesquisa analisou programas de cinco instituições do ensino superior com cursos de pós graduação através de um quadro comparativo dos conteúdos por disciplinas. Os resultados obtidos mostram que as instituições convergem no sentido de existirem disciplinas com mesmos conteúdos e mesmas terminologias, e divergem no sentido de algumas disciplinas terem a mesma terminologia conteúdos diferentes, terminologias deferentes mesmos conteúdos e disciplinas como subtema de outras. Os conteúdos sobre modelos de previsão têm o seu sustento nos conteúdos das disciplinas como métodos quantitativos, análise de dados econometria e métodos de investigação.

ABSTRACT

The planning of any future activity has as its starting point the forecast. It is not possible to achieve real objectives and precise without the forecast to be present in the management.

The work presented focuses on identifying the theoretical foundations underpinning the contents about forecast models in the institutions of post graduate education in Angola.

The survey examined five programs of higher education institutions with postgraduate courses through a comparative table of contents by subjects. The results obtained show that institutions converge towards disciplines exist with same content and same terminologies, and diverge in same disciplines have the same terminology different content, different terminologies same contents and disciplines such as subthemes of others. The contents about forecast models have their livelihood in the contents of disciplines such as quantitative methods, data analysis, research methods and econometrics.

ÍNDICE

PENSAMENTO
DEDICATÓRIA
AGRADECIMENTOS
RESUMO
ABSTRACT
LISTA DE TABELAS
LISTA DE GRÁFICOS
1. **INTRODUÇÃO** 1
2. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** 4
2.1. Enquadramento do ensino superior em angola 4
2.1.1. O ensino superior no período colonial 4
2.1.2. O ensino superior no período de paz 6
2.1.3. Desafios e perspectivas 7
2.2. A previsão 8
2.2.1. Importância da previsão de vendas 8
2.2.2. Quando e o que prever 10
2.2.3. Etapas da previsão quantitativa 11
2.2.4. Que métodos de previsões podem ser utilizados? 12
2.3. Modelos de previsão 14
2.3.1. Decomposição 15
2.3.1.1. Como calcular uma tendência 16
2.3.1.2. Cálculo da variação sazonal 17
2.3.2. Modelos de médias móveis 19
2.3.2.1. Medias móveis simples, centradas e ponderadas 19
2.3.2.2. Dessazonalização dos dados 20
2.3.3. Modelos de alisamento exponencial 22
2.3.3.1. Alisamento exponencial simples 22
2.3.3.2. Alisamento exponencial duplo 23
2.3.3.3. Método de holt 24
2.3.3.4. Método de holt-winters 24
2.3.4. Metodologia de box-jenkins 25
2.3.4.1. Estacionaridade e funções de autocorrelação 27
2.3.4.2. Modelos de séries estacionárias 28
2.3.4.2.1. Modelo ar (1) 29
2.3.4.2.2. Modelo ma (1) 29
2.3.4.2.3. Modelo ar (2) 30
2.3.4.2.4. Modelo ma (2) 30
2.3.4.2.5. Modelo arma (1,1) 30
2.3.4.2.6. Modelos arma sazonais 30
2.3.4.2.7. Modelos arma multiplicativos 31
2.3.5. Como usar modelos econométricos 32
2.3.5.1. Modelos de regressão linear simples 32
2.3.5.1.1. Forma funcional e hipóteses 33
2.3.5.1.2. Estimação do modelo 34
2.3.5.1.3. Inferência estatística 36
2.3.5.1.4. Modelo de tendência linear 38
2.3.5.2. Regressão linear múltipla 39

2.3.5.2.1. Forma funcional e hipóteses 39
2.3.5.2.2. Estimação do modelo 40
2.3.5.2.3. Inferência estatística..... 41
2.3.5.2.4. Previsão com o modelo de regressão múltipla..... 43
2.3.5.3. Validação do modelo 44
2.3.5.3.1. Heteroscedasticidade 44
2.3.5.3.2. Autocorrelação 46
2.3.5.4. Regressão não linear 49
2.3.5.4.1. Modelo de tendência exponencial 49
2.3.5.4.2. Modelo de tendência geométrica 50
2.3.5.4.3. Modelo log-lin 51
2.3.5.4.4. Modelo lin-log 52
2.3.5.5. Regressão com variáveis qualitativas 52
2.3.5.5.1. Modelo com uma variável quantitativa e uma variável qualitativa 53
2.3.5.5.2. Modelo com uma variável qualitativa, uma variável quantitativa e uma variável multiplicativa 54
2.3.5.5.3. Modelo com uma variável qualitativa com mais de duas categorias 54
2.3.6. Erros de previsão 55
2.4. Breve histórico sobre os modelos de previsão de séries temporais..... 56
2.4.1. Alguns trabalhos relacionados com a tese 64
3**. METODOLOGIA** 67
3.1. Metodologia aplicada na investigação..... 68
3.2. Preâmbulo com a descrição do ensino superior..... 69
4. **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 71
4.1. Resultado da revisão documental 71
4.2. Resultado da selecção de universidades 71
4.3. Resultado da entrevista às direcções das universidades 72
4.4. Resultados da análise dos programas 72
4.4.1 Resultados da análise da comparação por disciplinas..... 72
4.4.2. Resultado da análise por comparação dos conteúdos por disciplinas ... 83
5. **CONCLUSÕES** 94
Bibliografia..... 97
Anexos 100

LISTA DE TABELAS

Tabela de análise de variação ou ANOVA.

Tabela 1 – Métodos Quantitativos.

Tabela 2 – Contabilidade Financeira.

Tabela 3 – Finanças internacional.

Tabela 4 – Econometria.

Tabela 5 – Finanças empresariais avançadas.

Tabela 6 – Fiscalidade.

Tabela 7 – Análise de dados.

Tabela 8 – Métodos de investigação.

Tabela 9 – Mercado financeiro internacional

Tabela 10 – Avaliação de empresas.

Tabela 11 – Análise comparativa dos conteúdos por disciplina.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Métodos Quantitativos.
Gráfico 2 – Contabilidade Financeira.
Gráfico 3 – Finanças internacional.
Gráfico 4 – Econometria.
Gráfico 5 – Finanças empresariais avançadas.
Gráfico 6 – Fiscalidade.
Gráfico 7 – Análise de dados.
Gráfico 8 – Métodos de investigação.
Gráfico 9 – Mercado financeiro internacional
Gráfico 10 – Avaliação de empresas.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem no mundo encontra-se em uma etapa de transformações, que pretende que os estudantes adquiram uma concepcão científica no mundo, uma cultura integral e um pensamento científico, e em consequência, prepará-lo para a actividade trabalhista e manter uma atitude comprometida e responsável perante os problemas sociais, científicos e tecnológicos no âmbito local, nacional, regional e mundial.

Um dos fins que persegue estas novas ideias é que os alunos possam aplicar os conhecimentos adquiridos a situações da vida real e mostrar a utilidade e o carácter instrumental dos conhecimentos sobre modelos de previsão.

Quando se analisam os conhecimentos que devem adquirir os estudantes nos cursos de pós-graduação de acordo com as exigências anteriores encontram-se nos modelos de previsão uma interessante relação entre a escola e a vida.

O desenvolvimento do mercado financeiro nacional, a satisfação dos mercados internacionais e a complexidade crescente da gestão empresarial conduzem, cada vez mais, à procura de gestores e quadros com uma formação sólida em economia e finanças.

Por outro lado, o desempenho dos gestores não financeiros é profundamente influenciado pela capacidade de avaliação das implicações financeiras e económicas das suas decisões.

Neste contexto, as distintas instituições do ensino superior destinam-se a empresários e quadros médios com envolvimento na tomada de decisões financeiras, quer no contexto de grandes grupos empresariais, quer pertencentes a empresas de média dimensão com objectivo de assegurar-lhes a atualização e aprofundamento, numa perspectiva prática, dos seus conhecimentos em economia, finanças, contabilidade e gestão, tendo como principal vector o reforço de competências na área de contabilidade, finanças, economia e gestão.

A gestão precisa de um instrumento que permita a análise e controlo do desempenho das atividades de uma forma dinâmica através do uso de técnicas

que alertam em antecipação potenciais crises financeiras. Neste sentido existe a necessidade de desenvolver técnicas de previsão que permitam prever dificuldades financeiras ou de gestão o quanto antes possível. Da análise feita permitiu constatar que existe uma série de disparidades em relação à permanência deste tema. Neste contexto, com o presente trabalho que tem como tema modelos de previsão "uma revisão de literatura" apresenta-se o seguinte problema científico:

Fazer um estudo comparativo, para identificar os pressupostos teóricos que sustentam os conteúdos sobre modelos de previsão no ensino dos cursos de pós-graduação.

O objectivo desta investigação é: Determinar as premissas que sustentam o tratamento dos conteúdos sobre modelos de previsão. Para realizar esta investigação formulou-se a seguinte pergunta científica:

Quais são os fundamentos teóricos que sustentam os conteúdos sobre modelos de previsão no ensino dos cursos de pós-graduação em Angola?

Em relação com esta pergunta propus-me realizar as seguintes tarefas:

- Analisar os programas das distintas instituições;
- Fazer um estudo comparativo entre as disciplinas das instituições;
- Identificar as convergências e divergências dos programas das instituições em termos de disciplinas e conteúdos.

Para o desenvolvimento da investigação foram empregues os seguintes métodos: análise e síntese da revisão bibliográfica e a análise dos factores que influem no objeto de estudo, histórico lógico para a fundamentação teórica que sustenta a investigação e outros métodos do nível empírico que permite caracterizar o estado atual da situação problemática, entre eles a revisão documentaria e a entrevista.

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. No capítulo 1, é realizada a introdução do trabalho, dando a conhecer o problema da pesquisa, o objectivo geral e os objetivos específicos e os métodos utilizados. O capítulo 2 refere-se á revisão bibliográfica, apresentando o referencial teórico, que aborda os assuntos relacionados com a dissertação, começando por um enquadramento do ensino superior em Angola, definição de modelos de previsão, séries temporais, também são citados alguns trabalhos relacionados com a dissertação. No capítulo 3 demonstra a metodologia aplicada dentro dos

objectivos da pesquisa, detalhando os passos na realização da análise comparativa dos conteúdos por disciplinas. O capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos dentro da pesquisa realizada. No capítulo 5 são tratados os comentários finais, sugestões e recomendações deste trabalho para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é dedicado ao estudo dos modelos de previsão e de séries temporais e a sua a aplicabilidade. São introduzidos os conceitos de métodos de previsão e de séries temporais, classificação e descrição de alguns métodos de previsão. Além disso é realizado um histórico sobre o ensino superior em Angola e de séries temporais, no qual são citados alguns trabalhos encontrados na literatura relacionados com o mesmo tema.

2.1. Enquadramento do ensino superior em Angola

O ensino superior em Angola teve o seu surgimento em consequência das convulsões político-sociais que atingiram os territórios africanos portugueses nos anos 60 do século XX. Constata-se neste período a crescente pressão das populações de Angola que aspiram pela independência do seu país, como pressuposto ao direito pelo ensino a todos os níveis, por um lado, e a crescente população estudantil (colonial e de assimilados) que reclamava soluções alternativas em lugar da obrigação que tinha de licenciar-se em Portugal continental, por outro lado (Silva, 2003).

2.1.1. O ensino superior no período colonial

A implementação e o desenvolvimento do ensino superior em Angola podem ser analisados, historicamente, a partir do ano de 1962, com a criação dos Estudos Gerais Universitários (EGU), através do decreto-lei 44530, de 21 de Agosto da Administração Portuguesa. Desde aquela altura o ensino superior público, consubstanciado numa entidade única e congregadora, teve várias designações, nomeadamente: *Universidade de Luanda (1968), Universidade de Angola (1976) e Universidade Agostinho Neto UAN (1985)*. A população escolar no ano lectivo de 1973/74, por exemplo, era de cerca de 2354 estudantes, ensinados por um corpo docente de 274 elementos. O ensino era virado para a promoção da população colonial e para a defesa dos interesses

do regime, com base no desenvolvimento económico de Angola, assente nos pressupostos técnico-científicos (Costa, 1965 e Ferreira 1974).

O ensino superior no período pós-independência e da Guerra Interna, as autoridades da Angola independente, embora tivessem herdado uma universidade sem os quadros necessários e suficientes para o seu pleno e devido funcionamento, assim como mais de 90% da população analfabeta, apostaram na implementação e desenvolvimento de um sistema de ensino, da base ao topo da alfabetização ao ensino superior, de abrangência nacional, universal e sem descriminação. Não obstante os constrangimentos provocados pela guerra, houve igualmente um grande esforço do Governo para a expansão da UAN Universidade Agostinho Neto (a única instituição de ensino superior pública) a nível nacional. Assim, a UAN esteve, até 2002, em 7 das 18 províncias de Angola: Luanda, Huambo, Huíla, Benguela, Uíge, Cabinda e Kwanza-Sul. Funcionavam, nesse tempo, 31 cursos de licenciatura. A população académica na UAN, no ano lectivo 2001/2002, era composta por 9.129 estudantes de licenciatura, 869 docentes e 1.129 funcionários não docentes, entre técnicos e pessoal administrativo. A média de formados (licenciados) por ano, nesse período, não era superior a 100 graduados, tendo-se atingido o auge de 176 licenciados no ano lectivo 2001/2002 (Estatísticas internas do ministério do ensino superior, da ciência e da tecnologia MESCT e Diário da República).

Nesse período são criadas e começam a funcionar as três primeiras Instituições de ensino superior privado em Angola, nomeadamente e por ordem de criação: Universidade Católica de Angola (1998), a Universidade Lusíada de Angola (1999) e a Universidade Jean Piaget de Angola (2000). Segundo dados que nos foram fornecidos, a população estudantil geral do subsistema do ensino superior era composta, no ano lectivo 2001/2002, de 9.129 estudantes na UAN e cerca de 2.000 estudantes nas universidades privadas (Estatísticas internas do MESCT e Diário da República).

2.1.2. O ensino superior no período de paz

O alcance da paz em 2002 (4 de Abril) foi o maior ganho do povo angolano, depois de um período de 41 anos de guerras permanentes, isto é, de 1961 a 2002, não obstante as sequelas da escravatura e da colonização. Assim, a partir de 2002 foi possível expandir o ensino superior a nível nacional. A expansão da UAN criou as bases para o aumento do número de estudantes admitidos e do número de finalistas. Assim, de 2001/2002 para 2008 a procura anual pelos cursos ministrados na UAN variou de cerca de 5 mil para cerca de 70 mil, enquanto a oferta (numerus clausus) anual variou de 856 para 8.300 vagas; O número de estudantes inscritos num dado ano lectivo cresceu de 9 mil para cerca de 54 mil estudantes; O número de finalistas por ano (graduados e pós-graduados) aumentou de 172 (2001/02) para 2.557 (2007), entre mestres, licenciados e bacharéis.

O número de cursos cresceu de 31 para 83. (Estatísticas internas do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, 2011).

Em 2008 o número total aproximado de graduados e pós-graduados pela UAN foi cerca de 3 mil, dos quais 50 mestres. É de sublinhar que os cursos de pós-graduação (mestrados) começaram a ser implementados apenas a partir do ano lectivo 2004/2005. Foram igualmente instituídos os cursos de agregação pedagógica para os docentes da UAN, condição necessária para a ascensão na carreira docente.

Presentemente estão em curso 3 projetos de doutoramento. O crescimento do ensino superior não foi apenas quantitativo. Cresceu o número de docentes qualificados nas componentes académicas e pedagógica. A investigação científica é hoje um facto, seja através das dissertações de mestrado, como dos projetos de doutoramento, assim como de projetos específicos de investigação aplicada.

Segundo o ministério do ensino superior da ciência e da tecnologia (MESCT), no período de 2002 a 2007, o número de docentes cresceu de 988 para 1399, dos quais 206 são doutores, 427 mestres e 766 licenciados, enquanto em 2002 o número de doutores era de 165, 151 mestres e 672 licenciados.

Um pouco mais de 60% dos docentes estão em tempo integral. Foram criadas, neste período, mais 10 (dez) instituições de ensino superior privado. Assim, o subsistema de ensino superior contou com 1 instituição de ensino superior público e 13 instituições de ensino superior privado. Se tivermos em conta o desempenho de todas as instituições de ensino superior de Angola (UAN, Outras Instituições Privadas de Ensino Superior), os números totais aproximados da procura pelo ensino superior (candidatos), de vagas (Nº. clausus), de estudantes inscritos e de finalistas (Bacharéis, Licenciados e Mestres) no ensino superior em Angola, em 2008, foi de 80.000, 13.000, 85.000 e 3.300, respectivamente (Estatísticas internas do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, 2011)

2.1.3. Desafios e perspectivas

A pressão permanente sobre o ensino superior e a consequente explosão escolar, a proliferação de instituições de ensino superior, a falta de docentes para estas instituições, a magnitude da UAN a nível nacional e a notória dificuldade na sua gestão, assim como a necessidade de garantir um mínimo de qualidade desejável e compatível com os desafios da nossa era levaram o governo de Angola a elaborar as linhas mestras para balizar a implementação e desenvolvimento do ensino superior no nosso país.

Com base nestas linhas mestras foi elaborado um dispositivo jurídico que redimensiona a UAN e cria mais 6 universidades públicas em Angola, com abrangência regional (conjunto de províncias) e cria um quadro regulador para todas as instituições de ensino superior (públicas e privadas).

O maior desafio para os próximos tempos vai ser a implementação das universidades públicas e/ou privadas, tendo em conta as linhas mestras e os seguintes pressupostos: recrutamento de docentes para as novas instituições à altura dos desafios impostos ao ensino superior neste milénio; recrutamento e formação académica e pedagógica de docentes angolanos; realização de programas curriculares, tendo em conta a idiossincrasia dos angolanos, sem perder de vista o conhecimento universalmente consagrado sobre esta matéria; construção e apetrechamento de novas infraestruturas de ensino superior adequadas à qualidade universalmente exigida; financiamento adequado aos

recursos humanos e matérias existentes. (Estatísticas internas do MESCT e Diário da República).

2.2. A previsão

A previsão desempenha um papel importante no processo de planeamento, tomada de decisão e controlo, em qualquer domínio de actividade. A incerteza associada à maioria dos fenómenos temporais não permite o conhecimento exacto do seu comportamento futuro, o que nos leva ter que proceder a previsões. Por exemplo, a evolução da cotação das acções na bolsa depende de inúmeros factos desconhecidos, para os quais não é possível construir um modelo determinístico que permita fazer inferência acerca do seu comportamento futuro, (Caiado, et al 2008).

Uma previsão consiste numa tentativa de extrapolar o comportamento futuro a partir das condições actuais, utilizando dados históricos do passado. Neste processo, o analista pressupõe que as condições no presente, mesmo as que se ignoram, se vão manter inalteradas no futuro. Caso contrário, as previsões podem ser muito desastrosas (Caiado, et al 2008).

As previsões formam o substrato de um projecto de investimento e baseiam-se, geralmente, na extrapolação das variáveis mais importantes em relação ao mercado (Mithá,2009).

As razões que levam os economistas, gestores e financeiros a fazer previsões ligam-se com o planeamento e a tomada de decisão nos negócios, o planeamento da economia, o controlo da produção e a otimização de processos industriais e a avaliação de estratégias económicas alternativas (Caiado et al,2008).

Qualquer plano de negócio depende da previsão de vendas. Os gestores de marketing e vendas têm de elaborar regularmente planos previsionais de vendas de cada um dos produtos ou serviços da empresa (Caiado,2011).

2.2.1. Importância da previsão de vendas

A previsão de vendas constitui o ponto de partida para o planeamento de toda a actividade futura da empresa. O estabelecimento de previsões de vendas e a análise antecipada dos seus resultados são indispensáveis para a elaboração dos orçamentos e contas de exploração, a gestão de compras, de pessoal e outros recursos da empresa. Não é possível atingir objectivos reais e precisos sem que a previsão esteja presente na gestão (Caiado,2011).

Na prática, o responsável pela área de previsão deve elaborar as previsões de vendas por categoria de produtos e/ou serviços, incluindo clientes tipificados e apresentá-las aos gestores responsáveis pela definição dos planos operacionais de cada uma das áreas funcionais da empresa: marketing e vendas, contabilidade e finanças, produção e compras, e logística e distribuição (Caiado,2011).

No estabelecimento de previsões de vendas, o gestor de marketing e vendas necessita de conhecer os planos de marketing para os actuais e novos produtos a comercializar. As previsões de vendas devem ter em consideração o preço, as campanhas de marketing e publicidade, a sazonalidade, as alterações no produto e as flutuações conjunturais. Em geral, os gestores de marketing e vendas fixam determinados objetivos de vendas para os seus produtos e motivam os vendedores para alcançar esses objetivos ou mesmo excedê-los (Caiado,2011).

O responsável pela área financeira precisa de conhecer as previsões de vendas dos produtos e serviços da empresa de modo a preparar convenientemente as contas de exploração e os orçamentos previsionais de custos e proveitos. Em geral, os orçamentos são anuais mas podem ter horizontes temporais de 1 até 5 anos (Caiado,2011).

O gestor de compras e produção é responsável pelo planeamento e organização de todo o processo de aquisição de mercadorias, matérias-primas e equipamentos necessários à produção e comercialização. Naturalmente, este processo vai estar dependente das vendas dos níveis de cada *stock keeping unit* ou SKU (artigos, linhas de produto, pacotes, serviços, taxas, etc.), por categoria de produto ou por cliente (Caiado,2011).

O departamento de logística assegura o transporte, a armazenagem e o processamento de encomendas tendo como principal objetivo satisfazer a procura dos clientes, pelo que necessita de conhecer as previsões de vendas

de cada SKU para otimizar a escolha e as quantidades dos produtos a disponibilizar e decidir quando e quais os melhores destinos para esses produtos (Caiado,2011).

2.2.2. Quando e o que prever

Alguns estudos empíricos têm mostrado que a maioria dos gestores e empresários são muito otimistas nas suas previsões e geralmente subestimam a incerteza em relação ao comportamento futuro do negócio da sua empresa. Este enviesamento tem como consequência o desperdício de recursos valiosos para a empresa. Daí que a estimação da incerteza das previsões de vendas se reveste de importância fundamental na gestão dos *stocks* de produtos acabados e das compras. De um modo geral, quanto maior for o número de consumidores ou o número de produtos envolvidos, menor será a incerteza das previsões (Caiado,2011).

Por outro lado, as pessoas geralmente são muito influenciadas pelas más notícias (sobretudo as mais recentes) e acontecimentos exógenos, como «*crash*» na bolsa, crises económicas e políticas, guerras e greves. Em períodos de recessão económica, os empresários têm receio em lançar novos produtos e fazer novos investimentos e, muitas vezes, estão dispostos a vender os actuais produtos a preços muito reduzidos. Nestas condições, as previsões de vendas podem ser muito imprecisas (Caiado,2011).

Quanto ao horizonte temporal, as previsões dependem quer dos objetivos da empresa quer da natureza dos produtos comercializados. Os horizontes podem ser de curto, médio e longo prazo (Caiado,2011).

As previsões de curto prazo são feitas para períodos de tempo até três meses (diário, semanal, quinzenal e mensal) e estão associadas a produtos de grande consumo sujeitos a oscilações sazonais e conjunturais de procura e de oferta. Por exemplo: vendas de jornais desportivos, vendas de peixe e produtos hortícolas nos mercados municipais e hipermercados; audiência de telespectadores a anúncios publicitários. As vendas de produtos sazonais podem ser previstas com bastante precisão sempre que as oscilações de carácter sazonal não se alterem muito.

As previsões de médio prazo são normalmente estabelecidas para horizontes temporais de um ano e desempenham um papel fundamental na elaboração dos planos orçamentais e financeiros da empresa. Uma previsão incorreta pode afetar fortemente o orçamento da empresa. Se for otimista, a sobrestimação das vendas traduz-se em excesso de *stocks* e desperdício de recursos materiais, financeiros e humanos. Se for pessimista, a empresa não consegue satisfazer as necessidades do mercado e tem por isso uma perda de oportunidade, o que naturalmente pode afetar a sua imagem.

No que concerne às previsões de longo prazo, estas são feitas para períodos de três ou mais anos dependendo do tipo de sector ou indústria envolvida. Por exemplo, a previsão de vendas de produtos eletrónicos e de informática é feita para horizontes temporais de dois ou três anos, enquanto a previsão de vendas de materiais pesados pode ser feita para horizontes temporais de cinco ou mais anos. Em geral, as previsões de (ou e) longo prazo são úteis para a orientação da empresa no horizonte temporais mais alargado no que se refere à escolha dos seus grandes investimentos das suas opções estratégicas.

2.2.3. Etapas da previsão quantitativa

Num qualquer processo de previsão de séries temporais do ponto de vista de Caiado (2011), o analista deve seguir um conjunto de etapas fundamentais, a saber: definição do problema, recolha dos dados, análise exploratória, explicação ou modelação, e previsão.

- **Definição do problema:**

A primeira tarefa da previsão consiste em definir o problema a ser analisado. Esta envolve a consulta de profissionais e quadros técnicos da organização responsáveis pela recolha dos dados, pelo desenvolvimento, manutenção e gestão das bases de dados, e pelo manuseamento e utilização dos dados em previsão. É importante saber quem faz previsões, com que meios e para que fins, e que implicações têm para a organização.

- **Recolha dos dados:**

A recolha exaustiva e rigorosa de dados históricos das vendas, por exemplo, de cada um dos produtos da empresa por categoria, cliente ou mercado, constitui uma tarefa indispensável para a construção de modelos matemáticos e estatísticos a ser utilizados em previsão.

- **Análise exploratória:**

A descrição dos dados começa com a inspeção gráfica da série e caracterização do seu andamento geral, procurando identificar os movimentos de tendência, sazonalidade, ciclos, os pontos de viragem (mudança de estrutura) e eventuais observações anómalas (*outliers*). A análise gráfica vai auxiliar o analista na escolha de potenciais modelos candidatos a representar a série observada.

- **Explicação ou modelação:**

Esta etapa consiste na construção e seleção de modelos que permitam explicar o comportamento da série no período observado.

- **Previsão:**

Após o ajustamento de modelos aos dados, estamos em condições de passar para a etapa de previsão. Nesta, o analista tenta prever a evolução futura da série com base exclusivamente no seu comportamento passado (modelos univariados ou não-causais) ou com base no comportamento passado de outras variáveis (modelos causais ou explicativos). Este processo nunca é definitivo e requer a avaliação prévia da qualidade preditiva dos modelos para os últimos instantes observados da série em estudo.

2.2.4. Que métodos de previsões podem ser utilizados?

Para Sartoris (2003) o método mais simples de previsão de uma variável é aquela em que usamos para a previsão justamente o último valor da variável.

Já Mansfield (2000) escreveu que o mais simples instrumento de previsão é fazer inquéritos às empresas e indivíduos e determinar aquilo que estes acham que vai acontecer.

Analogamente, segundo Caiado *et al.* (2008), podemos distinguir quatro métodos ou técnicas de obter previsões: os métodos qualitativos, baseados em juízos subjetivos e especulações; os métodos quantitativos, modelos estatísticos que utilizam dados presentes e passados quantificados; os métodos imprevisíveis, em que pouco ou nenhuma informação esta disponível; e os métodos mistos, combinando técnicas quantitativas e qualitativas.

Ainda nesse sentido, para Caiado (2011), Os métodos quantitativos de previsão dividem-se em métodos não-causais (ou extrapolativos) e métodos causais (ou explicativos). Os métodos de previsão não-causais podem ser usados quando está disponível a informação presente e passada, a informação está quantificada em dados numéricos e os padrões de comportamento passado devem manter-se no futuro. No contexto da previsão de vendas são frequentemente utilizados métodos determinísticos (tendência linear e não linear, médias móveis, alisamento exponencial) e probabilísticos (metodologia de Box-Jenkins). Os métodos de previsão causais são baseados em modelos econométricos com diversas variáveis e fatores, sendo particularmente úteis em previsão de vendas os modelos de regressão, os modelos de função transferência e os modelos de intervenção.

Na busca contínua de Caiado, *et al.* (2008) segundo a perspectiva qualitativa, as previsões resultam principalmente dos julgamentos subjetivos e especulações dos analistas baseados na experiência e conhecimento passados. Podem variar com os custos, objetivos, horizontes temporais, precisão, complexidade e valor. São usadas para dar conselhos, auxiliar o gestor no planeamento e complementar as previsões quantitativas. Em geral, são utilizadas em planos de médio e longo prazos (formulação de estratégias empresarias, lançamento de novos produtos, desenvolvimento de novas tecnologias, etc.). Se houver alterações significativos no padrão de comportamento passado, as previsões com os métodos quantitativos deixam de ter interesse e o julgamento humano pode ser a única alternativa viável.

Na sua visão a experiência tem mostrado que os modelos extrapolativos ou não causais, que se baseiam no conhecimento exclusivo dos seus valores passados para prever o futuro, são muitas vezes mais fiáveis do que os modelos com diversas variáveis e fatores (modelos multiplicáveis).

Os métodos de previsão, segundo Moreira (citado por Bacci 2007), podem ser classificados, quanto ao tipo de instrumento utilizado e quanto aos conceitos que formam a base da previsão, em métodos qualitativos ou quantitativos. Os métodos qualitativos são aqueles que se apoiam no julgamento de pessoas, em estimativas ou opiniões, sendo, portanto, técnicas subjetivas e optativas por natureza (Moreira, 2001; Davis et al., 2001). Segundo Davis et al. (2001), essas técnicas são utilizadas principalmente quando não existem dados disponíveis para se realizar a previsão. Gaither e Frazier (2001) citam como principais métodos desse tipo os seguintes: suposição educativa, consenso de um comité executivo, método Delphi, inquéritos de consumidores, analogia histórica e pesquisa de mercado.

2.3. Modelos de previsão

Segundo Stevenson (2001), um modelo é uma versão simplificada de algum problema ou situação a ilustrar certos aspectos do problema sem levar em conta todos os detalhes.

Para Souza (2006), um modelo é uma descrição de uma série temporal e a forma de utilização deste modelo depende do objetivo da análise. Nem sempre um modelo conduz a uma boa fórmula de previsão. Muitas vezes os valores estimados apresentam valores muito distantes da realidade, sendo o erro de previsão a quantificação desta distância.

Na abordagem dos modelos extrapolativos utilizam-se dados estatísticos sob a forma de séries temporais ou cronológicos para descrição e previsão do comportamento de uma variável. Uma série temporal consiste num conjunto de observações de uma variável, feita em períodos sucessivos de tempo, durante um determinado intervalo. São exemplos as cotações diárias das ações, as vendas semanais de um dado produto financeiro, as taxas de juro mensais dos bancos, os lucros anuais das instituições financeiras. A representação gráfica de uma série temporal designa-se por cronograma e

constitui o ponto de partida para a análise. A análise cuidadosa do cronograma vai permitir ao analista destacar algumas características evidenciadas pela série de tipo de modelação mais adequado ao seu estudo de previsão (Caiado *et el.* 2008)

2.3.1. Decomposição

Na descrição de Mansfield (2000), a abordagem clássica da previsão económica, idealizada pelos primeiros estaticistas era essencialmente descritiva. Partia do princípio de que uma série temporal podia ser decomposta em quatro partes: tendência, variação sazonal, variação cíclica e movimentos irregulares. Mas especificamente admitia que o valor de uma variável económica, num dado período, podia ser representado como o produto destes quatro componentes.

Mas Caiado *et al* (2008) analisaram que decomposição consiste em identificar e isolar cada uma das componente da série, ainda que seja discutível por estas serem não observáveis, Contudo, a decomposição tem a vantagem pedagógica de destacar as principais características das séries temporais e constitui o ponto de partida para a sistematização do processo de modelação e previsão. O modelo de decomposição pode traduzir-se na seguinte expressão geral:

$$Y_t = f(T_t, S_t, C_t, \varepsilon_t),$$

Onde a série Y_t é função da componente de tendência T_t, da componente sazonal S_t, da componente cíclica C_t, e da componente aleatória ε_t, as formas funcionais mais correntemente utilizadas são:

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t \text{ (modelo aditivo)}$$

$$Y_t = T_t x S_t x C_t x \varepsilon_t \text{ (modelo multiplicativo)}$$

e,

$$Y_t = T_t x S_t x C_t + \varepsilon_t \text{ (modelo misto)}$$

Tendência - caracteriza o andamento mais notório da série durante um período longo.

Sazonalidade - oscilação em relação á tendência que ocorre mensalmente ou trimestralmente no decorrer do ano.

Movimento cíclico - movimento oscilatórios associados às fases de expansão e recessão dos ciclos económicos).

Movimentos irregulares ou aleatórios - movimentos da série que não são explicados pelas componentes anteriormente referidas.

A escolha do melhor modelo depende das características da série, sendo que, na perspectiva da decomposição, deve o analista ensaiar a construção de diferentes modelos até chegar a representação mais satisfatória da série em estudo (em geral, aquele que minimiza a componente irregular ou residual).

2.3.1.1. Como calcular uma tendência

Quando numa série temporal não se detetam movimentos de carácter oscilatório nem movimento sazonais, pode adotar-se o seguinte modelo linear de avaliação da tendência:

$$Y_t = (b_1 + b_2 t + \varepsilon_t),$$

Onde b_1 e b_2 são os parâmetros, t à variável tempo e ε_t a componente aleatória. A estimação dos parâmetros pelo método dos mínimos quadrados conduz a:

$$\hat{b}_2 = \frac{\sum y_t - \frac{\sum y_t \sum t}{n}}{\sum t^2 - \frac{(\sum t)^2}{n}} \quad \text{e} \quad \hat{b}_1 = \frac{\sum y_t}{n} - \hat{b}_2 \frac{\sum t}{n}.$$

Outros modelos determinísticos de avaliação da tendência, não lineares, são: $Y_t = b_1 + b_2 t + b_3 t^2 + \varepsilon_t$ modelo de tendência quadrática, $Y_t = b_1 b_2^t e^{\varepsilon_t}$ modelo de tendência exponencial $Y_t = b_1 t^{b_2} e^{\varepsilon_t}$ modelo de tendência geométrica e $Y_t = b_1 + b_2 \log t + \varepsilon_t$ modelo de tendência logarítmica. Estes modelos podem também ser facilmente estimados pelo método dos mínimos quadrados,

mediante prévias transformações adequadas, como por exemplo a transformação logarítmica, que permite transformar modelos multiplicativos em aditivos e linearizar as funções exponenciais e geométricas. Os métodos apresentados são, no entanto, bastante limitados e, em geral, pouco eficientes na previsão porquanto não descrevem a série com base no seu comportamento passado, não conseguem captar alterações de andamento e pressupõem comportamentos, lineares de tendência.

2.3.1.2. Cálculo da variação Sazonal

O investigador Mansfield (2000), diz que uma maneira de calcular a variação sazonal numa série temporal é usar as técnicas de regressão. Suponhamos, por exemplo, que um analista económico tem uma série temporal composta por valores trimestrais, isto é, cada observação diz respeito ao primeiro, segundo, terceiro e quarto trimestres de um ano. Se o analista achar que a série temporal tem uma tendência linear, ele ou ela podem admitir que o valor da observação no momento t é igual a:

$$Y = A + B_1 t + B_2 Q_1 + B_3 Q_2 + B_4 Q_3 + e_t$$

Onde Q_1 é igual a 1 se *t* é o primeiro trimestre e zero nos outros casos, Q_2 é igual a 1 se t é o segundo trimestre e zero nos outros casos, e Q_3 é igual a 1 se *t* é o terceiro trimestre e zero nos outros casos e e_t é um termo residual. É importante compreender o significado de B_1, B_2, B_3 e B_4 na equação acima; é claro que B_1 é a inclinação da tendência linear, mas o que são B_2, B_3 e B_4? A resposta é que B_2 é a diferença entre o valor esperado de uma observação no primeiro trimestre e o valor esperado no quarto trimestre, quando são retirados os efeitos da tendência. O valor esperado de uma observação é o valor médio a longo prazo para achar o seu valor esperado, multiplica-se cada valor possível da observação pela probabilidade deste valor, e somam-se os resultados. Para ver se isto é verdade, note-se que se uma observação diz respeito a um momento *t*, o primeiro trimestre de um determinado ano, o seu valor esperado é igual a: $A + B_1 t + B_2$ do acordo com a equação

$Y = A + B_1 t + B_2 Q_1 + B_3 Q_2 + B_4 Q_3 + e_t$. Do mesmo modo, se uma observação diz respeito ao momento t + 3, o quarto trimestre do mesmo ano, o seu valor esperado é igual a $A + B_1(t+3)$ de acordo com a mesma a equação. Assim, a diferença entre o valor esperado de uma observação no primeiro trimestre e o valor esperado de uma observação no quarto trimestre é igual a: $(A + B_1 t + B_2) - [A + B_1(t+3)] = B_2 - 3B_1$.

E se ignorarmos os efeitos da tendência (que é responsável pelo último termo à direita, $3B_1$), esta diferença é igual a B_2, que é o que pretendíamos provar. Quando se ignoram os efeitos da tendência, podemos mostrar, da mesma maneira, que B_3 é a diferença entre o valor esperado de uma observação no segundo trimestre e o valor esperado de uma observação no quarto trimestre; e B_4 é a diferença entre o valor esperado de uma observação no terceiro trimestre e o valor esperado de uma observação no quarto trimestre.

Consequentemente, se a equação $Y = A + B_1 t + B_2 Q_1 + B_3 Q_2 + B_4 Q_3 + \varepsilon_t$ for válida, o analista pode representar a variação sazonal na série temporal pelos três números B_2 B_3 e B_4. Para calcular cada um destes números podem ser usadas técnicas ordinárias de regressão múltipla. A variável dependente é *Y* e as variáveis independentes são t, Q_1 Q_2, e Q_3. As três últimas variáveis independentes Q_1, Q_2 e Q_3 são variáveis simuladas. Uma variável simulada é por definição uma variável que só pode assumir dois valores, zero ou 1. Usando os métodos de regressão, as constantes A, B_1 B_2 e, B_3 e B_4 na equação $Y = A + B_1 t + B_2 Q_1 + B_3 Q_2 + B_4 Q_3 + \varepsilon_t$ podem ser calculadas pela técnica simples dos quadrados mínimos.

Quando se usa este processo, o analista admite que os efeitos sazonais são adicionados ao valor da tendência, como nos mostra a equação $Y = A + B_1 t + B_2 Q_1 + B_3 Q_2 + B_4 Q_3 + \varepsilon_t$. Isto é diferente do modelo tradicional da equação $Y_t = T_t x S_t x C_t + \varepsilon_t$, em que os efeitos sazonais se multiplicam ao valor da tendência. O pressuposto anterior é adequado para alguns casos, enquanto

o último pressuposto é adequado para outros. As técnicas baseadas em ambos os pressupostos são úteis.

2.3.2. Modelos de médias móveis

Os modelos de médias móveis são adequados para avaliar a tendência de uma série temporal e são muito sensíveis às alterações recentes do seu comportamento. Utilizam a informação relativa aos termos da série numa vizinhança de alguns períodos para estimar o seu nível corrente, o que permite a filtragem de carácter aleatório associadas ao operador da média.

2.3.2.1. Medias móveis simples, centradas e ponderadas

Para séries com tendência localmente estacionária, a média móvel simples define-se como a média aritmética das k observações (com k inteiro e ímpar) centradas no instante t

$$M_t = \frac{1}{K}(Y_{t-m} + Y_{t-m+1} + ... + Y_t + ...Y_{t+m-1} + Y_{t+m}), \quad m = K/2.$$

Este modelo considera um número ímpar de observações no cálculo da média. Para obter a média móvel centrada no momento t a partir de um número par de termo da série, terá que utilizar-se a expressão:

$$M_t = \frac{1}{2K}(Y_{t-m} + 2Y_{t-m+1} + ... + 2Y_t + ...2Y_{t+m-1} + Y_{t+m}), \quad m = K/2.$$

Em ambos os métodos de médias móveis (simples e centradas) as previsões são constantes para todo o horizonte temporal,

$$\hat{Y}_{T+h} = \frac{1}{k}\sum_{t=T-k+1}^{T} Y_t = \frac{Y_T + Y_{T-1} + ... + Y_{T-k+1}}{k}, h = 1,2,...,$$

Onde $\hat{Y}_{T+h}$ é a previsão da série Y no momento T + h (com t a origem da previsão e h o horizonte da previsão) e $Y_T + Y_{T-1} + ... + Y_{T-k+1}$ são as k observações incluídas na média móvel. A prática aconselha a escolher um

período médio móvel reduzido para que se possa acompanhar as eventuais oscilações do nível da série.

Outros métodos de médias móveis atribuem uma maior importância à informação passada mais recente relativamente à mais antiga. São os chamados métodos de médias móveis ponderadas cuja função de previsão é igualmente constante para todo o horizonte temporal, isto é:

$$\hat{Y}_{T+h} = \frac{1}{k}\sum_{t=T-k+1}^{T} \alpha_t Y_t = \alpha Y_T + \alpha_{T-1} Y_{T-1} + \ldots + \alpha_{T-1} Y_{T-K+1,} \quad h = 1,2,\ldots,$$

Onde, como se disse atrás, os passos a dar a cada observação são normalmente decrescentes e admite-se que a sua soma seja igual a um, $\sum_{t=T-k+1}^{T} \alpha_t = 1$.

2.3.2.2. Dessazonalização dos dados

Quando se pretende ajustar a sazonalidade de série que exibem movimentos de carácter sazonal (mensal, trimestral) e a amplitude das oscilações aumenta ou diminui com o andamento da série, pode empregar-se um modelo multiplicativo de médias móveis. Seja Y_t a série dessazonalizada, os passos a dar são os seguintes:

Passo 1

Obter as medias moveis centradas de Y_t através da expressão,

$$M_t = \begin{cases} \dfrac{0{,}5Y_{t-6} + Y_{t-5} + \ldots + Y_{t+5} + 0{,}5Y_{t+6}}{12} se & Mensal \\ \dfrac{0{,}5Y_{t-2} + Y_{t-1} + Y_t + Y_{t+1} + 0{,}5Y_{t+2}}{4} se & Trimestral \end{cases}$$

Passo 2

Calcular o rácio entre a série original e alisada $R_t = \dfrac{Y_t}{M_t}$

Passo 3

Estimar os índices sazonais I_j através das media dos termos de R_t correspondentes a cada mês ou trimestre. De seguida, calcular os fatores sazonais S_t com base nos quocientes entre os índices sazonais e a sua média geométrica.

$$S_t = \begin{cases} \dfrac{I_j}{\sqrt[12]{I_1 x I_2 x \ldots x I_{12}}} se & Mensal \\ \dfrac{I_j}{\sqrt[4]{I_1 x I_2 x I_3 x I_4}} se & Trimestral \end{cases}$$

Construir a série dessazonalizada, dividindo os valores da série original pelos respectivos fatores sazonais, $X_t = \frac{Y_t}{S_t}$.

No caso em que os movimento sazonais não aumentam ou diminuam com o nível da série, pode utilizar-se um modelo aditivo de médias móveis para dessazonalizar os dados das suas observações. Este método consiste nos seguintes passos:

Passo 1

Obter as médias móveis centradas através da expressão

$$M_t = \begin{cases} \dfrac{0,5Y_{t-6} + Y_{t-5} + \ldots + Y_{t+5} + 0,5Y_{t+6}}{12} se & Mensal \\ \dfrac{0,5Y_{t-2} + Y_{t-1} + Y_t + Y_{t+1} + 0,5Y_{t+2}}{4} se & Trimestral \end{cases}$$

Passo 2

Calcular a diferença entre a série original e alisada, $D_t = Y_t - M_t$

Passo 3

Estimar os índices sazonais através das médias dos termos correspondentes a cada mês ou trimestre e, de seguida, calcular os fatores

sazonais com base nas diferenças entre os índices sazonais e a sua media aritmética,

$$S_t = \begin{cases} I_j \dfrac{I_1 + I_2 + ... + I_{12}}{12} se & Mensal \\ I_j \dfrac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}{4} se & Trimestral \end{cases}$$

Passo 4

Construir a série dessazonalizada, subtraindo a série original os respectivos fatores sazonais, $X_t = Y_t - S_t$

2.3.3. Modelos de alisamento exponencial

Os modelos de alisamento exponencial utilizam ponderadores exponencialmente decrescentes com a antiguidade das observações. São de vários tipos: modelos de alisamento exponencial simples, modelos de alisamento exponencial duplo, método de Holt e método Holt-Winters.

2.3.3.1. Alisamento exponencial simples

O modelo de alisamento exponencial simples é um modelo adequado para séries com tendências localmente estacionárias e sem movimentos sazonais. Para prever os valores futuros da série utilizam-se as estimativas mais atualizadas do nível da série, através da expressão:

$$M_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) M_{t-1,} \text{ Com } 0 \prec \alpha \prec 1$$

Onde M_t é a estimativa do nível da série no momento t e α constante de amortecimento ou alisamento. Para inicializar o processo de previsão deve escolher-se um valor inicial para M_t (em geral, utiliza-se a média das primeiras observações da série) e um valor para a constante de alisamento. A escolha deve ser feita de modo a minimizar a soma dos quadrados dos erros de previsão. Dado que este método de alisamento utiliza apenas o último valor observado e valor alisado do momento anterior, as previsões a h passos são constantes para todo o horizonte, isto é: $\hat{Y}_{T+h} = \hat{Y}_T$, h=1,2,…

2.3.3.2. Alisamento exponencial duplo

O modelo de alisamento exponencial duplo é apropriado para séries temporais que apresentam tendência linear e consiste na aplicação do método de alisamento exponencial simples duas vezes, utilizando a mesma constante de alisamento (Caiado et al,2008). Para proceder ao alisamento duplo de uma série utiliza-se as seguintes equações de atualização:

$$M_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) M_{t-1,}$$

$$M_t = \alpha M_t + (1-\alpha) D_{t-1,}$$

Onde M_t é a série de alisamento exponencial simples, D_t é a serie de alisamento exponencial duplo e α é a constante de alisamento. As previsões de h passos são obtidas através da expressão: $\hat{Y}_{t+h} = \hat{a}(t) + \hat{b}(t)h,$ h = 1,2,…

Onde $\hat{a}(t) = 2M_t - D_t$ e $\hat{b}(t) = (M_t - D_t)[\alpha/(1-\alpha)]$ são as estimativas do nível e do declive da série, respectivamente. A inicialização do processo de previsão exige a atribuição de valores iniciais ao nível da tendência da série. Na prática, são frequentemente utilizados os seguintes procedimentos:

- Estimar o declive da série através da expressão, $\hat{b}(t) = (Y_2 - Y)/k$ onde Y_1 consiste na média das primeiras k observações da série e Y_2 a média das k observações seguintes, e utilizar esta para obter a estimativa do nível da série usando a expressão $\hat{a}(t) = Y_1 - b(t)(k+1)/2$.

- Efetuar a regressão linear das primeiras observações da série, utilizando como variável independente o tempo (t), o que equivale a ajustar a equação da recta, $\hat{Y} = \hat{a}(t) + \hat{b}(t)t.$

Com base nestes, estimam-se os valores iniciais dos níveis da série alisada simples e dupla, $M_1 = \hat{\alpha}(1) - \hat{b}(1)[(1-\alpha)/\alpha]$ e $D_1 = \hat{\alpha}(1) - \hat{b}(1)[(1-\alpha)/\alpha]$ respectivamente.

2.3.3.3. Método de Holt

O modelo de Holt-Winters sem sazonalidade é adequado a séries com tendência linear e sem movimentos de carácter sazonal e constitui uma alternativa ao método de alisamento exponencial duplo para estimar o nível e o declive de tendência da série (Caiado *et al,2008*). O modelo de Holt-Winters utiliza as seguintes expressões: $\alpha(t) = \alpha Y_t + (1-\alpha)[\alpha(t-1) + b(t-1)],\ 0 \prec \alpha \prec 1$ e

$\alpha(t) = \beta[a(t) - a(t-1)] + (1-\beta)b(t-1),\qquad 0 \prec \beta \prec 1$

Onde a (t) e b (t) são as equações de atualização do nível e do declive da série, respectivamente α e β são as constantes de alisamento. As previsões a *h* passos são obtidas através da função: $\hat{Y}_{T+h} = \hat{a}(T) + \hat{b}(T)h,$ h = 1,2,…

Na aplicação prática deste modelo deve utilizar-se os mesmos procedimentos do modelo de alisamento duplo para obter as estimativas iniciais do nível e do declive da série.

2.3.3.4. Método de Holt-Winters

O modelo de Holt-Winters com sazonalidade é apropriado para séries que apresenta tendência linear e movimentos sazonais. Na forma multiplicativa, o modelo de Holt-Winters é de definido pelas seguintes equações de atualização:

$$a(t) = a\frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-a)[a(t-1) + b(t-1)], \qquad 0 \prec \alpha \prec 1$$

$$b(t) = b[a(t) - a(t-1)] + (1-\beta)b(t-1), \qquad 0 \prec \beta \prec 1$$

$$S_t = \gamma[Y_t - a(t)] + (1-\gamma)S_{t-s}, \qquad 0 \prec \gamma \prec 1$$

Onde $a(t)$ e $b(t)$ representam as equações de atualização do nível e do declive, respectivamente, $\boldsymbol{S_t}$ o índice sazonal e, α, β e y são as constantes de alisamento. A função de previsão a *h* passos assume a expressão:

$$\hat{Y}_{T+h} = a(T) + b(T)h + S_{T+h-s},\ \ h = 1,2,...$$

O modelo aditivo de Holt-Winters baseia-se nas seguintes equações de atualização:

$$a(t) = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)[\alpha(t-1) + b(t-1)], \quad 0 \prec \alpha \prec 1$$

$$b(t) = \beta[\alpha(t) + \alpha(t-1)\ ] + (1-\beta)b(t-1), \quad 0 \prec \beta \prec 1$$

$$S_t = \gamma[Y_t - a(t)\ ] + (1-\gamma)S_{t-s}, \quad 0 \prec \gamma \prec 1$$

As previsões a *h* passos do modelo de sazonalidade aditiva são obtidas por:

$$\hat{Y}_{T+h} = \hat{\alpha}(T) + \hat{b}(T)h + S_{T+h-s} \quad h = 1,2...$$

Tal como os outros métodos de alisamento exponencial, é necessário obter os valores iniciais de $\hat{\alpha}(T),\ \hat{b}(T)$ e também de S_t para arrancar com o algoritmo de Holt-Winters. Assim, para inicializar o nível calcula-se a média das primeiras s observações, $\hat{\alpha}(S) = \frac{1}{s}\sum_{t=1}^{s} Y_t$. Para obter o valor inicial do declive utiliza-se a expressão,

$$\hat{\alpha}(S) = \frac{1}{s^2}(\sum_{t=s+1}^{2s} Y_t - \sum_{t=1}^{s} Y_t).$$

E por último, os valores iniciais dos índices sazonais são obtidos por,

$$\hat{S}_t = \frac{Y_1}{\hat{a}(s)}, \hat{S}_2 = \frac{Y_2}{\hat{a}(s)}, ..., \hat{S}_t = \frac{Y_2}{\hat{a}(s)}$$ (modelo multiplicativo) e

$$\hat{S}_t = Y - a(s), \hat{S}_2 = Y_2 - \hat{a}(s), ..., \hat{S}_2 = Y_s - \hat{a}(s)$$ (modelo aditivo)

2.3.4. Metodologia de Box-Jenkins

A metodologia Box-Jenkins é um dos trabalhos de maior importância e reconhecimento na área de Previsão de Séries Temporais. O estudo feito pelos investigadores George Box e Gwilyn Jenkins (1970) é baseado no importante resultado de Wold (1954) que provou que qualquer série temporal pode ser representada por uma estrutura de médias móveis infinitas (Chaves 1991), (citado por Souza 2006). A metodologia proposta consiste em ajustar modelos Auto- Regressivos e de Médias Móveis, ARMA à série temporal. Quando

comparada aos demais métodos de previsão, a metodologia Box-Jenkins apresenta resultados mais precisos e os modelos contém um número pequeno de parâmetros.

Uma desvantagem da utilização deste método é que sua aplicação requer um conhecimento que vai além do uso de um pacote computacional (Morettin; Toloi, 2004), ou seja, tona-se necessário a intervenção de um analista especializado.

Na construção de um modelo ARMA, deve-se seguir os passos da metodologia Box-Jenkins, que são (Morettin; Toloi,2004), (citado por Souza 2006):

- Identificação do modelo ARMA a ser ajustado aos dados - esta escolha é feita com base nas autocorrelações e autocorrelações parciais estimadas. É considerada a fase mais crítica do método. A partir de 1970 foram propostos procedimentos para identificação do modelo dentre os quais se pode citar: o Critério de Informação de Akaike (AIC) (Akaike, 1973, 1974) e o Critério Bayesiano (BIC) (Akaike 1977) (Rissanen & Schwarz, 1978). Estes critérios visam identificar a ordem do modelo ARMA a ser utilizado, minimizando uma função que penaliza o ajuste de modelos não parcimoniosos, ou seja, que possuem uma grande quantidade de parâmetros;
- Estimação dos parâmetros – tendo sido identificado o modelo provisório para a série temporal, o passo seguinte é estimação de seus parâmetros. Para fazer a estimativa por Mínimos Quadrados Não Lineares ou Máxima Verossimilhança, utiliza-se o algoritmo de Marquardt (Chaves1991), (citado por Sousa 2006);
- Verificação da adequabilidade do modelo – após a estimação dos parâmetros, deve-se verificar se o modelo se ajusta bem aos dados, para isto é feita uma análise nos resíduos. Uma técnica que pode ser utilizada, caso o modelo se mostre inadequado é o super-ajustamento, no qual são adicionados parâmetros e o modelo é estimado. Examina-se então se estes parâmetros são significativos no ajuste (teste “t”);
- Previsão – Na fase final, após se ter selecionado o melhor modelo para a série temporal e se o modelo escolhido for considerado adequado, ele será usado para fazer previsões de valores futuros da série.

Os modelos ARMA (autorregressive and moving average) foram introduzidos por Boxe Jenkins (1970, 1976) para modelar e prever séries temporais estacionárias através de uma representação autorregressiva e de médias móveis, esta classe de modelos desempenha um papel fundamental na caracterização da estrutura da maioria das séries económicas e financeiras. Nesta secção, introduz-se os conceitos e as estatísticas fundamentais de análise de séries temporais univariadas e apresentam-se os modelos ARMA mais utilizados na prática (Caiado *et al.* 2008)

2.3.4.1. Estacionaridade e funções de autocorrelação

Se o comportamento de uma série temporal for estável ou invariante ao longo do tempo, esta diz-se estacionária. Formalmente, a estacionaridade de uma série temporal Y_t implica média e variância constantes, E (Yt) = μ $\forall t$, covariância independente de t, cov (Yt, Y_{t-k}) = Y_k, $\forall t$,. Na prática, a estacionaridade de uma' série observa-se quando os dados não apresentam tendência crescente ou decrescente e flutuam em torno de uma média constante, independente do tempo, e a variância das flutuações não se altera ao longo do tempo.

Na abordagem dos modelos lineares univariados de séries temporais, tem-se a preocupação de descrever o comportamento de uma variável com base no conhecimento exclusivo dos seus valores passados, daí que a principal estatística de análise seja a função de autocorrelação (FAC), pois esta mede a correlação entre pares de valores da série desfasados em 1, 2 e mais períodos. A sua expressão matemática é dada por:

$$r_k = \frac{\frac{1}{n}\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2}, \qquad k = 0,1,2,...$$

Para além de analisar a correlação total entre Y_t e Y_{t-k} interessa também investigar a correlação simples entre Y_t e Y_{t-k} depois de eliminar o efeito que sobre elas exercem os valores intermédios Y_{t-1}, Y_{t-2},…, Y_{t-k+1} isto é:

$$\text{Corr}\ (Y_t,\ Y_{t-k}\ /\ Y_{t-1},\ Y_{t-k+1}).$$

Esta correlação condicional na análise temporal designa-se por autocorrelação parcial. A estimação da função de autocorrelação parcial (FACP) pode ser feita através de um método recursivo, através da expressão:

$$p_{kk} = \frac{rk - \sum_{j=1}^{k-1} p_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} p_{k-1,j} r_j},$$

Com $P_{11} = r_1$ (inicialização) e $P_{kj} = P_{k-1,j} - P_{kk} P_{k-1,k-j}$.

2.3.4.2. Modelos de séries estacionárias

Box e Jenkins (1970) introduziram os modelos lineares de séries estacionárias não sazonais, designados por modelos ARMA (p,q), através da representação genérica:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \ldots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \ldots - \theta_q \varepsilon_{t-q},$$

Onde a série Y_t é função dos seus valores passados e da combinação linear de uma sucessão de choques aleatórios, $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \ldots, \varepsilon_{t-q}; \phi_1, \phi_2, \ldots, \phi_p$ são os parâmetros autorregressivos e p a ordem da componente autorregressiva; $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q$, que são os parâmetros de médias móveis e q a ordem da componente de médias móveis. Na modelação empírica de séries estacionárias são frequentemente utilizados modelos parcimoniosos do tipo ARMA (p,q), p,q = 0,1,2.

2.3.4.2.1. Modelo AR (1)

O modelo auto regressivo de 1ª ordem ou AR (1) tem a representação,

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t,$$

Onde ε_t é um ruído branco e o coeficiente auto regressivo ϕ_1 tem que satisfazer a condição $-1 \prec \phi_1 \prec 1$.

A FAC do modelo AR (1) apresenta um decaimento exponencial para zero quando tem autocorrelações positivas $0 \prec \phi_1 \prec 1$ e um decaimento sinusoidal para zero quando tem autocorrelações negativas $-1 \prec \phi_1 \prec 0$. O Comportamento da FACP traduz-se por uma autocorrelação positiva (ou negativa) no log k=1, quando o sinal de ϕ_1 for positivo (ou negativo) e, a partir de K = 2, tem um decaimento brusco para zero.

2.3.4.2.2. Modelo MA (1)

O modelo de médias móveis de 1ª ordem ou MA (1) descreve a série Y_t, através de um choque aleatório, ε_t, e também do seu valor desfasado um período, ε_{t-1}, Define-se através da relação,

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1},$$

Onde ε_t, é um ruído branco e assume-se que o coeficiente auto regressivo θ_1 satisfaz a condição $-1 \prec \theta_1 \prec 1$. A FAC do modelo MA (1) tem uma queda brusca para zero a partir do $\log(k \geq 2)$, enquanto a FACP tem um decaimento exponencial ou sinusoidal amortecido para zero quando k aumenta.

2.3.4.2.3. Modelo AR (2)

O modelo auto regressivo de 2ª ordem ou AR (2) tem a forma, $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$, . Onde ε_t é um ruído branco e os coeficientes auto regressivos ϕ_1 e ϕ_2 têm que satisfazer as condições $\phi_2 + \phi_1 \prec 1, \phi_2 - \phi_1 \prec 1$ e $-1 \prec \phi_2 \prec 1$. A FAC do modelo AR (2) tem um decaimento lento para zero, enquanto a FACP tem uma queda brusca para zero a seguir ao logk= 2.

2.3.4.2.4. Modelo MA (2)

O modelo de médias móveis de 2ª ordem ou MA (2) assume a expressão, $Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$, . Onde ε_t é um ruído branco e os coeficientes de médias móveis θ_1 e θ_2 têm que satisfazer as condições $\theta_2 + \theta_1 \prec 1, \theta_2 - \theta_1 \prec 1$ e $-1 \prec \theta_2 \prec 1$. A FAC do modelo MA (2) tem uma queda brusca para zero a seguir ao logk=2, enquanto a FACP tem um decréscimo exponencial ou sinusoidal amortecido para zero.

2.3.4.2.5. Modelo arma (1,1)

O modelo ARMA (1,1) inclui um factor autorregressivo de 1ª ordem e um factor de médias móveis de 1ª ordem e tem a representação, $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}$, . Onde ε_t é um ruído branco e os parâmetros ϕ_1 e θ_1 devem satisfazer as condições $-1 \prec \phi_1 \prec 1$ e $-1 \prec \theta_1 \prec 1$. Quer a FAC quer a FACP do modelo ARMA (1,1) tem um decréscimo gradual para zero à medida que k aumenta.

2.3.4.2.6. Modelos Arma Sazonais

Algumas séries económicas e financeiras exibem, por vezes, movimentos periódicos que se repetem regularmente num período curto de tempo. Nestas situações, a correlação existente entre as observações

desfasadas em s períodos, Y_t, Y_{t-s}, Y_{t-2s},..., revela-se significativa o que nos leva a ter que adoptar modelos com uma componente sazonal.

O modelo misto autorregressivo e de médias móveis estritamente sazonal de ordens P e Q, ou simplesmente modelo SARMA $(P, Q)_s$ tem a forma,

$$(1-\phi_1 B^s - \ldots - \phi_p B^{ps})Y_t = (1-\Theta_1 B^s - \ldots - \Theta_Q B^{Qs})\varepsilon_t$$

Ou

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-s} + \ldots + \Theta_p Y_{t-ps} + \varepsilon_t - \Theta_1 \varepsilon_{t-s} - \ldots - \Theta_Q \varepsilon_{t-Qs},$$

Onde $1-\phi_1 B^s - \ldots - \phi_p B^{ps}$ é o polinómio autorregressivo sazonal de grau P $1-\Theta_1 B^s - \ldots - \Theta_Q B^{Qs}$ é o polinómio de médias móveis sazonal de grau Q, S é o operador atraso tal que $B^s Y = Y_{t-s}$ e ε_t é um ruído branco. Quer a FAC quer a FACP do modelo SARMA $(P, Q)_S$ apresentam um comportamento do tipo exponencial ou sinusoidal amortecido sobre os logs múltiplos de s, mantendo-se nulas nos restantes logs.

Os modelos autorregressivo estritamente sazonais de ordem P e os modelos de médias móveis estritamente sazonais de ordem Q designam-se geralmente por SAR $(P)_s$ e SMA $(Q)_s$, respectivamente. A FAC do modelo SAR $(P)_s$ tem um decaimento exponencial ou sinusoidal amortecido sobre os logs múltiplos de s, anulando-se nos restantes, e a FACP tem uma queda brusca para zero a partir do P-ésimo log múltiplo de s. A FAC do SMA $(Q)_s$ tem uma queda brusca para zero a partir do Q-ésimo log múltiplo de s, por enquanto a FACP tem uma queda lenta para zero sobre os logs múltiplos de s.

2.3.4.2.7. Modelos arma multiplicativos

A combinação do modelo ARMA (p, q) e SARMA $(P, Q)_S$ permite obter o modelo multiplicativo, com componente sazonal e não sazonal, SARMA $(p,q)(P,Q)_s$, através da expressão,

$$(1-\phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p)(1-\phi_1 B^s - \ldots - \phi_P B^{Ps})Y_t =$$

$$= (1-\phi_1 B-...-\phi_p B^q)(1-\Theta_1 B^s-...-\Theta_Q B^{Qs})\varepsilon_t.$$

Para simplificar a notação, considere-se os seguintes modelos ARMA multiplicativos:

$$SARMA \quad (1,0).(1,0).12 : .(1-0,7).(1+0,25B^{12}).Y_t = \varepsilon_{t.}.....$$

$$SARMA \quad (1,0)(0,2).{}_4 : (1-0,65B)Y_t = (1-0,5B)(1-0,4B^4-0.1B^8)\varepsilon_t$$

Os comportamentos das FAC e FACP podem caracterizar-se pela combinação das características anteriormente descritas para os modelos ARMA (p,q) e SARMA $(P,Q)_s$.

2.3.5. Como usar modelos econométricos

Em anos recentes, os gestores e analistas têm baseado cada vez mais as suas previsões em técnicas de regressão múltipla e modelos de equações múltiplas. Tem sido posta mais ênfase na construção e cálculo de uma equação ou sistemas de equações para mostrar os efeitos das diversas variáveis independentes na variável ou variáveis que se pretendem prever (Mansfield, 2000). Ainda para este autor, um modelo econométrico é um sistema de equações (ou uma simples equação) calculado a partir de dados do passado que é usado para prever variáveis económicas e empresariais. A essência de qualquer modelo econométrico é que ele combina as teorias económicas com métodos estatísticos modernos.

2.3.5.1. Modelos de regressão

Actualmente, muitos dos métodos econométricos utilizados em estudos empíricos de gestão, marketing, economia e outras ciências empresariais são baseados em técnicas de regressão. A regressão estuda a relação entre uma variável, chamada variável dependente (ou explicada), e uma ou mais variáveis designadas por variáveis independentes (ou explicativas) (Caiado, 2011).

2.3.5.1.1. Forma Funcional e Hipóteses

O modelo de regressão linear simples descreve a relação entre a variável independente (X) e a variável dependente (Y) através da seguinte forma funcional,

$$Y_i = B_1 + B_2X_i + U_i, \; i = 1,2.,\ldots, n,$$

De Y_i, é a i-ésima observação da variável dependente Y; X_i é a i-ésima observação da variável independente X; B_1 e B_2 são os parâmetros ou coeficientes de regressão; U_i é o erro ou perturbação aleatória (não observável) associada ao valor observado e Y_i representa os outros factores (desconhecidos) que podem influenciar a variável em estudo. Este modelo consiste assim numa soma de duas partes: uma componente determinística, $B_1 + B_2X_i$, e uma componente aleatória, U_i.

O modelo de regressão linear simples assenta num conjunto de hipóteses fundamentais:

H_1: A variável explicativa X assume valores conhecidos na amostra (não todos iguais), não tendo carácter de variável aleatória;

H_2: O valor esperado da perturbação aleatória é nulo, E (Ui) = O, $\forall_i$;

H_3: A variância das perturbações aleatórias é constante ao longo das observações (hipótese de homoscedasticidade), Var (U_i) = σ^2, $\forall_i$;

H_4: A covariância entre as perturbações aleatórias U_i e U_j (i $\neq$ j) é nula (hipótese de ausência de autocorrelação), Cov (U_iU_j) = 0, $\forall_{i,j}$, i $\neq$ j;

H_5: Os erros aleatórios têm uma distribuição aproximadamente Normal, $U_i \sim N(0, \sigma^2)$.

Como se disse atrás, a análise de regressão estuda a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. Contudo, isto não implica necessariamente que as variáveis independentes sejam a causa e a variável dependente o efeito. Se existir uma relação de causalidade entre as variáveis, esta relação terá de ser justificada com base na teoria económica do fenómeno em estudo.

2.3.5.1.2. Estimação do modelo

A partir de uma amostra de *n* observações das variáveis Y e X, podem estimar-se coeficientes de regressão B_1 e B_2 através do método dos mínimos quadrados (OLS) e obter-se uma estimativa da variância dos erros. Como U_i não é observável e B_1 e B_2 são parâmetros desconhecidos, são obtidas estimativas b_1 e b_2 desses parâmetros, o que permite escrever a função de regressão da amostra,

$$\hat{Y}_i = b_1 + b_2 X_i$$

Onde $\hat{Y}_i$ é o valor estimado para Y_i correspondente à i-ésima observação, b1 e b_2 são as estimativas dos parâmetros B_1 e B_2, respetivamente. Para esta i-ésima observação, designa-se e_i como o resíduo de estimação do modelo e escreve-se

$$e_i = Y_i + \hat{Y}_i$$

o que permite escrever o modelo na forma

$$Y_i = \hat{Y}_i + e_i$$

ou ainda,

$$Y = b_1 + b_2 X_j + e_i$$

Os resíduos estandardizados (se_i) são obtidos através de uma operação de estandardização ou normalização que consiste em subtrair aos resíduos a sua média, $\overline{X_{e,}}$, e dividir o resultado obtido pelo seu desvio padrão, S_e, isto é:

$$se_i = \frac{e_i - \overline{X_e}}{S_e}$$

Com a estandardização, os resíduos passam a ter média zero e variância unitária, o que permite identificar mais facilmente qualquer grande diferença entre os valores actuais (Y_i) e os valores previstos ($\hat{Y}_i$).

O princípio do método dos mínimos quadrados consiste em determinar o par de valores b1 (estimativa do nível) e b2 (estimativa do declive ou

coeficiente angular) que minimizam o quadrado dos desvios entre os valores observados e os valores estimados da função de regressão da amostra,

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \hat{Y})^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - b_1 - b_2 X_i)^2.$$

As condições de regularidade para minimizar esta função obtêm-se derivando a função em ordem a cada um dos valores b_1 e b_2 e igualando a zero cada uma das expressões,

$$\frac{\partial}{ab_1} \sum_{i=1}^{n} (Y_1 - b_1 - b_2 X_I)^2 = 0$$

e

$$\frac{\partial}{ab_2} \sum_{i=1}^{n} (Y_1 - b_1 - b_2 X_I)^2 = 0$$

O que equivale a ter,

$$-2\sum_{i=1}^{n} (Y_1 - b_1 - b_2 X_I)^2 = 0$$

e

$$-2\sum_{i=2}^{n} (Y_1 - b_1 - b_2 X_I)^2 = 0$$

Ou, simplificando,

$$\sum_{i=2}^{n} Y_1 - nb_1 - b_2 \sum_{i=1}^{n} X_i = 0$$

e

$$\sum_{i=2}^{n} X_i Y_1 - b_1 \sum_{i=1}^{n} X_i - b_2 \sum_{i=1}^{n} X_i^2 = 0$$

Resolvendo a primeira equação em ordem a b_1 e substituindo o valor obtido na segunda equação e rearranjando os termos chega-se finalmente aos estimadores de mínimos quadrados,

$$b_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} Y_1 - b_2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i \Leftrightarrow b_1 = \bar{Y} - b_2 \bar{X}$$

e

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_I - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2} \Leftrightarrow b_2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} X_i Y_I - \sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}$$

Uma vez que a segunda equação vem dada somente em termos de médias, soma de quadrados e produtos cruzados, a estimação de b_2 é independente de b_1.

2.3.5.1.3. Inferência estatística

Depois de ajustar a função de regressão aos dados das variáveis, podemos estar interessados em testar estatisticamente o efeito da variável independente sobre a variável dependente ou construir intervalos de confiança para os verdadeiros (e desconhecidos) parâmetros com base nas distribuições de probabilidade dos seus estimadores. Sobre a hipótese de normalidade dos erros aleatórios, U_i ~N (o, σ^2), $\forall_i$, pode facilmente demonstrar-se que os estimadores b_1 e b_2 têm distribuição normal com médias B_1 e B_2 e variâncias $\sigma^2_{b_1}$ e $\sigma^2_{b_2}$, respectivamente, isto é:

$$b_1 \sim N(B_1, \sigma^2_{b_1}),$$

e

$$b_1 \sim N(B_2, \sigma^2_{b_2}),$$

Se as variâncias σ^2 das perturbações aleatórias forem conhecidas, o intervalo de confiança a 100 (1 - α) % para o coeficiente B_j (j = 1,2), conforme é tratado o parâmetro B_1 ou do parâmetro B_2, é dado por:

Prob ($b_j - Z_c$ x $\sigma b_j \leq B_j \leq b_j + z_c$ x σb_j) = 1 - α

Em que Z_c é obtido da equação de probabilidade

$$\text{Prob}\left[-Z_c \leq \frac{b_j - B_j}{\sigma b_j} \leq Z_c\right] = 1 - \alpha$$

Onde $1-\sigma$ é o nível de confiança (ou de probabilidade) do intervalo e α o nível de significância.

O desconhecimento de σ^2 no cálculo das variâncias dos estimadores b_1 e b_2 levam-nos a procurar uma sua estimativa, $\hat{\sigma}^2$. Nestas condições, os estimadores b_1 e b_2 passam a ter uma distribuição t-Student com n - 2 graus de liberdade, ou seja

$$t_1 = \frac{b_1 - B_1}{\hat{\sigma} b_1} \sim t_{(n-2)}$$

e

$$t_2 = \frac{b_2 - B_2}{\hat{\sigma} b_2} \sim t_{(n-2)}$$

A partir destas distribuições podem construir-se intervalos de confiança para os verdadeiros, parâmetros B_1 e B_2:

$$\text{Prob } (b_1 - t_{(n-2)}\ (\alpha/2) \times \hat{\sigma} b_1 \leq B_1 \leq b_1 + t_{(n-2)}(\ \alpha/2) \times \hat{\sigma} b_{1)} = 1 - \alpha$$

e

$$\text{Prob } (b_2 - t_{(n-2)}\ (\alpha/2) \times \hat{\sigma} b_2 \leq B_2 \leq b_2 + t_{(n-2)}(\ \alpha/2) \times \hat{\sigma} b_{2)} = 1 - \alpha$$

Onde $t_{(n-2)}$ (α/2) é valor percentual de uma distribuição t-Student com n - 2 de liberdade.

O teste de significância mais comum consiste em testar a hipótese nula (H_0) do parâmetro B_j (j =1,2) ser estatisticamente nulo, H_0: $B_j = 0$ contra a hipótese- tese alternativa (H_1) do parâmetro ser significativamente diferente de zero, H_1: $B_j \neq 0$, e que se designa por teste bilateral. Outras formas do teste de significância, tendo em conta o sinal esperado para o respetivo coeficiente B_j, consistem em confrontar a hipótese nula H_0 : $B_j \leq 0$ contra a alternativa H_1 : $B_j >$ O (teste unilateral à direita) e H_0: $B_j \geq 0$ contra H_1 : $B_j <$O (teste unilateral à esquerda). Em qualquer dos casos, a estatística do teste a utilizar é dada por:

$$t = \frac{b_j - B_j}{\hat{\sigma} b_j}$$

Que sobre a hipótese nula H_0 tem distribuição t-Student com n - 2 graus de liberdade. A região de rejeição (ou região crítica) depende do tipo de teste a utilizar. Para o teste bilateral, deve considerar-se a região crítica, RC =] $-\infty, -t_{(n-2)}(\sigma/2)\ ] \cup [t_{(n-2)}(\alpha/2), +\infty[$. Para o, teste unilateral à direita, RC = $[t_{(n-2)}(\alpha/2), +\infty[$. e para o teste unilateral à esquerda, RC = $]-\infty; -t_{(n-2)}(\alpha)]$.

2.3.5.1.4. Modelo de tendência linear

Um caso interessante de aplicação do modelo de regressão linear simples em previsão de séries temporais surge quando a variável independente é a variável tempo (t). Quando numa série temporal (Yt) se não detetarem movimentos de carácter oscilatório nem movimentos sazonais, pode adoptar-se o seguinte modelo linear de avaliação da tendência:

$$Y_t = B_1 + B_2 t + U_t,\ t = 1,2, \ldots, n,$$

Onde B_1 é a constante (*intercept*), B_2 é o declive (*slope*), t é a variável tempo (*trend),* e U_t é a perturbação aleatória (*random error*). Suponha que Y_t são as vendas de um certo produto no momento t. Para obter as estimativas das vendas, seja $\hat{Y}_t$, em função da variável tempo, utiliza-se a função ajustada

$$\hat{Y} = b_1 + b_2 t$$

onde as estimativas i e b2 são calculados pelo já conhecido método dos mínimos quadrados, através das expressões

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t t - \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Y_t \sum_{t=1}^{n} t}{\sum_{t=1}^{n} t^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} t\right)^2} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t t - \sum_{t=1}^{n} Y_t \sum_{t=1}^{n} t}{\sum_{t=1}^{n} t^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} t\right)^2}$$

$$b_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Y_t - b_2 x \frac{1}{n}\sum_{t=1} t - \bar{Y} - b_2 x \bar{t}$$

2.3.5.2. Regressão linear múltipla

2.3.5.2.1. Forma funcional e hipóteses

O modelo de regressão linear múltipla descreve a relação entre duas ou mais variáveis independentes e uma variável dependente através da forma funcional,

$$Y_i = B_1 + B_2X_{2i} + B_3X_{3i} + \ldots + B_kX_{k,i} + U_{i,}\ i = 1,2\ldots, n,$$

Onde Y é a variável dependente, X_2, $X_{3,}\ldots$, X_k são as k - 1 variáveis independentes, B_1 B_2,..., B_k são os parâmetros ou coeficientes de regressão, e U_i é o erro aleatório. Este modelo pode ser apresentado na seguinte forma compactada (assinala-se a sombreado os termos representados por vetores ou matrizes):

$$Y = XB + U$$

ou, termos matriciais

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \ldots X_{K1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \ldots X_{k2} \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \ldots X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_1 \\ B_1 \\ Bk \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_n \end{bmatrix}$$

Onde Y é o vector-coluna (n x 1) das observações da variável dependente; X é a matriz (n x k) das observações das k -1 variáveis independentes; B é o vector--coluna (k x 1) dos parâmetros ou coeficientes de regressão; e U é o vector-coluna (n x 1) dos erros aleatórios.

Tal como a regressão simples, a aplicação do modelo de regressão linear múltipla assenta num conjunto de hipóteses fundamentais:

Hip.1: Os valores das variáveis independentes X_1,$X_{2,\ldots}$ X_{k-1} são conhecidos na amostra, em que a matriz X é não aleatória;

Hip. 2: O valor esperado das perturbações aleatórias é nulo, E (Ui) = 0, $\forall_j$;

Hip. 3: Os erros são homoscedásticos, isto é, são constantes ao longo das observações, Var (U_i) = $\sigma^2, \forall i;$;

Hip.4: Não existe autocorrelação nos erros aleatórios, isto é, a covariância entre dois quaisquer erros aleatórios U_i e U_j ($i \neq j$) é nula, Cov (U_i U_j) = 0, $\forall_{i,j}, i \neq j$; Sobre as hipóteses de homoscedasticidade (H_3) e ausência de autocorrelação (H_4), Var (U) = E (UUT) = $\sigma^2 I$, onde I é a matriz identidade.

Hip. 5: Não existe multicolineariedade perfeita, isto é, não existe uma relação linear perfeita entre as variáveis X_2, X_3,.., X_k, o que equivale a pedir que a característica da matriz X seja igual a k (número de colunas de X) e inferior a n (número de observações);

Hip. 6: Os erros aleatórios têm uma distribuição aproximadamente Normal multivariada, U ~ N (0, $\sigma^2 I$),onde I é a matriz identidade.

2.3.5.2.2. Estimação do modelo

A estimação dos coeficientes B_1 B_2,…, B_k pelo método dos mínimos quadrados conduz a:

$$\hat{Y} = b_1 + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + ... + b_k X_{ki}$$

Ou, em notação matricial,

$$Y = Xb$$

Onde

$$Y = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

Este vetor b resulta assim do produto de duas matrizes: a inversa da matriz de produtos cruzados de X, $(X^T X)^{-1}$, em que

$$(X^T X) = \begin{bmatrix} n & \sum X_{2i} & \sum X_{3i} & \sum X_{ki} \\ \sum X_{2i} & \sum X_{2i}^2 & \sum X_{2i} X_{3i} & \sum X_{2i} X_{ki} \\ \sum X_{3i} & \sum X_{3i} X 2i & \sum X_{3i}^2 & \sum X_{3i} X_{ki} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum X_{ki} & \sum X_{ki} X_{2i} & \sum X_{ki} X_{3i} & \sum X_{ki}^2 \end{bmatrix}$$

E a matriz de produto cruzado dos elementos de X com os elementos de Y,

$$(X^T X) = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_{2i} Y_i \\ \sum X_{3i} Y_i \\ \vdots \\ \sum X_{ki} Y_i \end{bmatrix}$$

2.3.5.2.3. Inferência estatística

Assumindo a hipótese de normalidade dos erros aleatórios, pode testar Significância estatística de qualquer variável independente associada a um para outro B_j, j = 2 ,..., k, através de um teste de hipóteses de H_0 : $B_j = 0$, H_1 : $B_j \neq 0$. Sob a hipótese nula, a estatística do teste, definida por

$$t = \frac{b_j - B_j}{\hat{\sigma} bj},$$

Segue uma distribuição t-Student com n - k graus de liberdade. A região de rejeição da hipótese nula corresponde ao intervalo RC =] -∞, - $t_{(n-k)}(\alpha/2)$] U [$t_{(n_k)}(\alpha/2,+\infty$ [. Para testar as hipóteses H_0 : $B_j = 0$ contra H_1: $B_j > 0$ e H_0 : $B_j = 0$ contra H_1: $B_j < 0$ devem considerar-se como regiões críticas os intervalos RC = [$t_{(n-k)}$ (α); + ∞[e RC =] - ∞, - $t_{(n-k)}(\alpha)$], respectivamente.

O intervalo de confiança para o parâmetro B_j corresponde à equação e com probabilidade:

Prob (b_j – $t_{(n-k)}$ (α/2) x $\hat{\sigma} bj$) ≤ B_j ≤ bj + t $_{(n-k)}$ (α/2) x $\hat{\sigma} bj$) = 1- α

Se pretender testar a significância global da regressão, deve testar-se a tese conjunta H_0 : $B_2 = B_3 = \ldots = B_k = 0$ contra a hipótese alternativa de nem todos os coeficientes são simultaneamente iguais a zero, isto é, contra a hipótese H_1: $\exists B_j \neq 0, j = 2,3,...,k$ (existe pelo menos um coeficiente de regressão estatisticamente não nulo). O teste estatístico correspondente é dado por:

$$F = \frac{SQE/(K-1)}{SQR/(n-K)} \cap F_{(k-1,n-k)}$$

Onde SQE = b^T (X^TY) - $n\bar{Y}^2$ é a soma de quadrados da regressão (ou explicada), SQR= Y^TY - b^T (X^TY) é a soma de quadrados residual (ou não explicada), $F_{(k-1,\ n-k)}$ é o valor percentual de uma distribuição F com k - 1 e n - k graus de liberdade no numerador e no denominador, respectivamente.

Para implementar o teste de significância global é comum construir-se a seguinte tabela de análise de variância (ou ANOVA):

Tabela de análise de variância ou ANOVA

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios
Regressão	$SQE = b^T(X^TY) - nY^2$	K – 1	QME = SQE/ (k-1)
Residual	$SQE = Y^TY - b^T(X^TV)$	N – k	QMR = SQR/ (n-k)
Total	SQT = SQE + SQR= Y^TY - nY^2	N – 1	

Para avaliar a percentagem das variações da variável dependente Y' explicadas pelas variações das variáveis independentes X, deve calcular-se o coeficiente de determinação múltiplo (R^2), definido por:

$$R^2 = \frac{SQE}{SQT} = \frac{b^T(X^TY) - n\bar{Y}^2}{Y^TY - n\bar{Y}^2}$$

Ou

$$R^2 = 1 - \frac{SQE}{SQT} = 1 - \frac{b^T(X^TY) - n\bar{Y}^2}{Y^TY - n\bar{Y}^2}$$

O coeficiente de determinação pode igualmente ser utilizado para testar a hipótese nula H_0 : B_2=B_3= … =B_k = 0 (ou H_0: R^2 = O) de que os coeficientes de regressão associados às variáveis independentes são globalmente nulos. A

relação entre o valor da estatística F e o R^2 permite expressar o teste na seguinte forma:

$$F = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)} \cap F_{(k-1,n-1)}$$

$$\bar{R}^2 = 1-(1-R^2)\frac{n-1}{n-k}$$

Desta relação é fácil deduzir que $\bar{R}^2 < R^2$ para k > 1. A introdução de variáveis explicativas no modelo faz aumentar menos o $\bar{R}^2$ do que R^2. O $\bar{R}^2$, pode até assumir um valor negativo, ao passo que o R^2 é sempre positivo (como se disse anteriormente, varia entre 0 e 1).

2.3.5.2.4. Previsão com o modelo de regressão múltipla

Um dos objetivos da análise de regressão consiste em prever os valores da variável dependente Y para valores hipotéticos ou observados de X. Por exemplo, podemos ter interesse em prever o número de pedidos de cartões de crédito num banco com base na evolução dos saldos de depósitos à ordem dos seus clientes e na taxa de juro do crédito ao consumo.

Uma previsão pontual de Y obtém-se substituindo no modelo de regressão múltipla as variáveis explicativas por valores observados ou hipotéticos X_{2p}, X_{3p},…, X_{kp} como se segue:

$$\hat{Y}_p = b_1 + b_2 X_{2p} + b_3 X_{3p} + ... + b_k X_{kp}$$

é dado por:

O intervalo de confiança condicionado para o valor esperado de Y_p, E (Y_p),é dado por.

$$\left(\hat{Y} - t_{(n-k)}\hat{\sigma}\sqrt{X_P^T (X^T X)^{-1} X_p} ; \hat{Y}_p + t_{(n-k)}\sigma\sqrt{X_P^T (\hat{X}^T X)^{-1} X_p} \right).$$

Onde $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-k}\sum_{i=1}^{n} e_i^2}$ é o desvio padrão dos resíduos de estimação; $t_{(n-k)}$

O valor percentual de uma distribuição t-Student com n - k graus de liberdade e $X_p = [1\ X_{2p}, X_{3p}, \ldots X_{kp}]^T$ é o vector de valores das variáveis explicativas.

2.3.5.3. Validação do Modelo

O modelo de regressão linear clássico, apesar de ser muito fácil de implementar, assenta num conjunto de hipóteses fundamentais que nem sempre se verificam na prática, como sejam a homoscedasticidade e a ausência de autocorrelação nos erros. Em seguida, analisam-se a natureza e as consequências práticas da não verificação destes pressupostos e apontam-se formas para a sua detenção e medidas correctivas a tomar.

2.3.5.3.1. Heteroscedasticidade

O problema da heteroscedasticidade surge quando as variâncias dos erros não são constantes ao longo das observações, isto é, variam de observação para observação. Uma das principais razões que levam um modelo a sofrer de heteroscedasticidade prende-se com a alteração da ordem de grandeza das variáveis ao longo das observações. Por exemplo, as grandes empresas revelam maior variabilidade na produção e nas vendas dos seus produtos do que as empresas de menor dimensão. Outros motivos são a presença de observações anómalas (*outliers*) na amonstra erros de medida nas observações das variáveis e incorreta especificação do modelo.

Na presença de heteroscedasticidade nos erros, os estimadores dos mínimos quadrados, apesar de se manterem lineares e não enviesados, deixam de ser estimadores de variância mínima, o que se traduz na subestimação ou sobrestimação das verdadeiras variâncias dos estimadores, Esta perda de eficiência tem consequência a não validação da inferência estatística baseada nos testes t e F.

Como alternativa a estes métodos informais, pode fazer-se um adequado teste de heteroscedasticidade. Um dos mais utilizados é o teste de heteroscedasticidade de White, que assenta nos seguintes passos:

- **Passo 1**

Estima-se pelo método dos mínimos quadrados o modelo original. Admitindo-se simplicidade de exposição, que este tem 4 variáveis explicativas (como é o nosso exemplo), tem-se

$Yi = B_1 X B_2X_{2i} + B_3X_{3i} + B_4X_{4i} + B_5X_{5i}, + U_i$

Em seguida, obtém-se os resíduos de estimação, $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$.

- **Passo 2**

Estimar a regressão auxiliar do quadrado dos resíduos sobre as variáveis pendentes e os seus quadrados (e com termo autónomo),

$$e_i^2 = A_1 + A_2X_{2i} + ... + A_5X_{5i} + A_6X_{2i}^2 + ... + A_9X_{5i}^2 + V_i$$

No caso de termos muitas observações, podemos incluir nesta regressão também os produtos cruzados, $x_{2i}x_{3i}$, $x_{2i}x_{4i}$,…, e $X_{4i}X_{5i}$. Em seguida, calcula-se respectivo coeficiente de determinação (R^2).

- **Passo 3**

Testar a hipótese nula, $H_0 : A_2 = A_3 = \ldots = A_9 = 0$, de ausência de heteroscedasticidade, com base na estatística nR^2, que apresenta uma distribuição do quadrado com m - 1 graus de liberdade (neste caso, temos m – 1 = 9 – 1=8 regressores) isto é, $nR^2 \sim X^2_{(m-1)}$.

Na presença de heteroscedasticidade, deve estimar-se o modelo através do método dos mínimos quadrados ponderados. Para o exemplificar, suponha que tem o modelo $Y_i = B_1 + B_2X_i + U_i$. Não conhecendo o padrão de heteroscedasticidade, pode experimentar as seguintes transformações (e, em seguida, efectuar a regressão pelo método dos mínimos quadrados):

$$\frac{Y_i}{X_i} = \frac{B_1}{X_i} + B_2 + \frac{U_i}{X_i}$$ (variância do erro proporcional a X_i)

$$\frac{Y_i}{X_i^2} = \frac{B_1}{X_i^2} + \frac{B_2}{X_i} + \frac{U_i}{X_i^2}$$ (variação do erro proporcional a X_i)

$$\frac{Y_i}{\hat{Y}_i} = \frac{B_1}{\hat{Y}_i} + B_2 + \frac{U_i}{\hat{Y}_i}$$ (variância do erro proporcional a $\hat{Y}_i$)

$\log Y_i = B_1 + B_2 \log X_i + U_i$ (modelo logarítmico)

Em qualquer dos casos, deve analisar-se o gráfico do quadrado dos resíduos e certificar-se de que o padrão de heteroscedasticidade foi removido com a transformação levada a cabo. Deve igualmente ter-se em atenção a interpretação económica dos coeficientes estimados. Por exemplo, no modelo log-linear, $\log Y_1 = B_1 + B_2 \log X_i + U_i$, o coeficiente B_2 mede a elasticidade de Y em relação a X, enquanto no modelo original $Y_1 = B_1 + B_2 X_i + U_i$, este coeficiente mede a variação absoluta de Y por variação absoluta em X.

2.3.5.3.2. Autocorrelação

A existência de autocorrelação nos erros do modelo é um problema comum em amostras de dados temporais. Por exemplo, se pretendermos estimar as vendas futuras de bilhetes de cinema de um filme estreado um mês atrás, é provável que obtenhamos uma estimativa correlacionada com as estimativas ou em momentos imediatamente anteriores (um dia antes, dois dias antes, ou mesmo três dias antes). Uma das principais causas da autocorrelação é a inércia, traduzida pelos movimentos de tendência ao longo do tempo conjugados com alguns momentos cíclicos ou oscilatórios resultantes de recessões ou medidas expansionistas.

A autocorrelação faz com que os estimadores dos mínimos quadrados deixem de ser eficientes, ainda que se mantenham não enviesados e, em geral, consistentes em casos de autocorrelação positiva, a variância dos estimadores é normalmente subestimada o que provoca a sobrestimação da estatística t e, consequentemente deixa de ser válida toda a inferência estatística sobre os parâmetros do modelo.

Uma forma simples de detetar o problema da autocorrelação nos erros do modelo é através do método gráfico. Para isso, devemos construir o gráfico de dispersão dos resíduos estimados versus os resíduos estimados desfasados em 1, 2 ou mais períodos ou, simplesmente, os resíduos estimados versus a variável tempo e averiguar a existência de padrões de correlação entre as duas variáveis.

Para determinar o padrão de autocorrelação, considere que os erros são dados através de um processo do tipo, Ut = $_P U_{t-1}$ + E_t, com - 1 < p < 1, onde p é coeficiente de autocorrelação e E_t , é uma variável aleatória com média nula, variância da constante e covariância entre pares de valores nula. Esta equação tem a designação de processo auto regressivo de 1ª ordem ou simplesmente processo AR (1).

O termo U_t, tem E (U_t) = 0, Var (U_t) = $\sigma_U^2 = \sigma_E^2$ /(i - p^2) e Cov ($U_t U_{t-s}$) S= ±1, ±2,.. O coeficiente de autocorrelação de ordem S, $_{Ps}$ ‘ vem definido por

$$ps = \frac{Cov(U_t U_{t-s})}{\sqrt{Var(U_t)Var(U_s)}}.$$

Nos casos de autocorrelação de ordem p, o processo designa-se autorregressivos de ordem p ou AR (p), $U_t = p_1 U_{t+1} + \ldots + p_p U_{t-p} + E_t$.

Breusch (1978) e Godfrey (1978) propuseram um teste formal, conhecido por teste de autocorrelação de Breusch-Godfrey (ou teste LM), para detetar a autocorrelação nos erros do modelo, que consiste nos seguintes passos:

- **Passo 1**

Estimar pelo método dos mínimos quadrados o modelo de regressão,

$$Y_t = B_1 + B_2 X_{2t} + \ldots + B_k X_{kt} + U_t.$$

Calcular os resíduos de estimação, $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

- Passo 2

Estimar pelo método dos mínimos quadrados a regressão

$$e_t = A_1 + A_2 X_{2t} + \ldots + A_k X_{kt} + p_1 e_{t-1} + p_2 e_{t-2} + \ldots + p_p e_{t-p} + V_t$$

Calcular o coeficiente de determinação, R^2

- Passo 3

Testar a hipótese $H_0 : p_1 = p_2 =\ldots = p_{p=0}$ de ausência de autocorrelação com base na estatística TR^2 (onde T = n - p é o número de observações utilizadas na regressão efectuada no passo 2), que tem distribuição do Qui-quadrado com p graus de liberdade. Se TR^2 for claramente superior ao limite crítico $X^2_{(p)}$ deve rejeitar-se a hipótese nula e concluir-se pela existência de pelo menos um coeficiente de autocorrelação significativamente diferente de zero.

Na presença de auto correlação os estimadores dos mínimos quadrados são ineficientes pelo que há necessidade de proceder à sua correcção. Uma vez que a estrutura de autocorrelação é, geralmente, desconhecida deve implementar-se um método de estimação que permita identificar em padrão de autocorrelação, p, e obter estimadores de mínimos quadrados com as propriedades desejáveis. Supondo, por simplicidade de exposição, que se tem um modelo de regressão linear simples, $Y_t = B_1 + B_2X_t + U_i$ Durbin (1960) propôs o seguinte método bi-etápico de estimação do padrão de autocorrelação

- **1ª Etapa**

Estimar pelo método dos mínimos quadrados a seguinte equação:

$$Y_t = A_1 + A_2X_t + A_3X_{t-1} + pY_{t-1} + U_i$$

Utilizar o coeficiente estimado de p, como estimativa do padrão de autocorrelação de I ordem. Embora enviesado, para grandes amostras é um estimador consistente de p.

- **2ª Etapa**

Usar a estimativa para transformar as variáveis dependente e independente em diferenças generalizadas de 1ª ordem, isto é, $Y_t^* = (Y_t - \hat{p}\, Y_{t-1})$ e $X_t^* = (X_t - \hat{p}\, X_{t-1})$. Em seguida, estimar pelo método dos mínimos quadrados a equação, $Y_t = A_1^* + A_2^* X_t^* + V_t$. Como o termo erro V_t não sofre de

autocorrelação, os estimadores de mínimos quadrados dos coeficientes A_1^* e A_2^* são eficientes.

2.3.5.4. Regressão não Linear

Alguns modelos determinísticos de avaliação da tendência são não lineares, mas as mais comuns são os de tendência exponencial, geométrica e logarítmica. Estes modelos podem ser facilmente estimados pelo método dos mínimos quadrados mediante prévias transformações adequadas, como por exemplo a transformação logarítmica, que permite transformar modelos multiplicativos em aditivos e une as funções exponenciais e geométricas. Em seguida, descreve-se a especificação de cada um destes modelos.

2.3.5.4.1. Modelo de tendência exponencial

O modelo de tendência exponencial descreve a série Y através de uma exponencial da forma:

$$Y_t = b_1 b_2^t$$

Aplicando logaritmos naturais vem,

$$\ln \hat{Y}_t = \ln b_1 + t \times \ln b_2$$

Fazendo $Y_t = \ln \hat{Y}_t$ x $b'_1 = \ln b_1$, obtém-se a função linear:

$$\hat{Y}_t = b'_1 + b'_2 t$$

A função exponencial tem taxa de variação constante pois $\frac{d \ln \hat{Y}_t}{dt} = \ln b_2 = b'_2$, e b'_1 é o valor médio de $\hat{Y}_t = \ln \hat{Y}_t$ lo quando t for nulo. Os coeficientes b'_1 e $b'_2 t$ são obtidos pelo método dos mínimos quadrados, recorrendo às expressões:

$$b_2' = \frac{\sum_{t=1}^{n} \ln(Y_t)t - \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \ln Y_t \sum_{t=1}^{n} t}{\sum_{t=1}^{n} t^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} t\right)^2}$$

E

$$b_1' = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \ln Y_t - b_2' \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} t$$

Por último, depois de obter os valores de b'_1 e b'_2 deve fazer as substituições, b1 = exp b'_1 e b2 = exp b'_2, para ajustar a curva exponencial aos dados, $Y_1 = b_1 b_2^t$.

Depois da linearização toda a inferência estatística é feita como no modelo linear, tendo em atenção que ao voltar ao modelo original se devem inverter as operações efectuadas aquando da linearização.

2.3.5.4.2. Modelo de tendência geométrica

O modelo de tendência geométrica pode expressar-se pela seguinte curva potência,

$$Y_t = b_1 t^{b2}$$

Ou, aplicando logaritmos naturais,

$$\ln Y_t = \ln b_1 + b_2 \ln t$$

Fazendo $y_t = \ln Y_t$, $t' = \ln t$, $b'_1 = \ln b_1$ e $b'_2 = b_2$, reduz-se à função linear:

$$Y_t = b'_1 + b'_2 t'$$

A função potência tem elasticidade (relação entre as variações relativas da variável dependente e da variável independente) constante para todo o t, pois $\frac{d \ln Y_t}{d \ln t} = b_2$ Tem-se ainda que ln b_1 é o valor médio de $\ln Y_t$ quando t = 1. Aplicando o já conhecido método dos mínimos quadrados, chega-se às seguintes expressões:

$$b_2^{'} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \ln(Y_t) \ln t - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln Y_t \sum_{t=1}^{n} \ln t}{\sum_{t=1}^{n} (\ln t)^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^{n} \ln t \right)^2}$$

e

$$b_1^{'} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln Y_t - b_2^{'} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln t$$

Por último, faz-se as substituições $b_1 = e^{b_1^{'}}$ e $b_2 = e^{b_2^{'}}$ para voltar à função potência.

2.3.5.4.3. Modelo log-lin

O modelo log-lin é um modelo semi-logarítmico pois apenas uma das variáveis (neste caso, a variável dependente) aparece na forma logarítmica. A forma funcional do modelo log-lin é dada por:

$$\ln Y_t = B_1 + B_2^t + U_t$$

A sua função ajustada assume a expressão,

$$\ln Y_t = b_1 + b_2^t$$

Onde

$$b_2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} \ln(Y_t) t - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln Y_t \sum_{t=1}^{n} t}{\sum_{t=1}^{n} t^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^{n} t \right)^2}$$

e

$$b_1 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln Y_t - b_2 \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \ln t$$

Este modelo permite o ajustamento de uma curva aos dados de uma série não linear e a determinação da sua taxa de crescimento no período em estudo. O coeficiente b_2 mede a variação relativa de Y por variação absoluta de t. Tem-se ainda que as quantidades b_2 x 100 e $(e^{b_2} - 1) x 100$ são respectivamente a taxa instantânea e a taxa composta de crescimento de Y no período t.

Para ajustar este modelo, primeiro, deve efectuar-se a regressão do logaritmo de Y_t sobre t, o que vai resultar numa linha recta. Em seguida, transformam-se os logaritmos nos valores originais de Y através da transformação inversa (neste caso, a transformação exponencial) para obter a curva ajustada.

2.3.5.4.4. Modelo lin-log

O modelo lin-log (ou de tendência logarítmica) é uma linha curva que se ajusta bem a séries em que a taxa de variação aumenta ou diminui rapidamente nos primeiros instantes do tempo e depois estabiliza. Este modelo é representado pela expressão,

$$Y_t = b_1 + b_2 \ln t + U_t$$

O ajustamento pelo método dos mínimos quadrados conduz a,

$Y_t = b_1 + b_2 \ln t$

Onde

$$b_2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t \ln t - \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Y_t \sum_{t=1}^{n} \ln t}{\sum_{t=1}^{n} (\ln t)^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{n} \ln t\right)^2}$$

e

$$b_1 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \ln Y_t - b_2 \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} \ln t$$

2.3.5.5. Regressão com variáveis qualitativas

Nos modelos de regressão estudados anteriormente, apenas foram consideradas variáveis de natureza numérica ou quantitativa. Contudo, na prática, por vezes, temos a necessidade de incluir no modelo atributos como a categoria profissional, o estado civil, a nacionalidade, a religião, ou variáveis que representem a religião ou acontecimentos exógenos, como guerras, greves, decisões políticas, campanhas publicitárias, alterações legislativas, ou ainda, variáveis de caráter sazonal (fim de semana, mês, trimestre). Estas variáveis designam-se por nominais categóricas (ou variáveis *dummies)* e

assumem os valores 1 ou 0, conforme indicam a presença a ou ausência do atributo.

Considere que o salário dos licenciados empregados no setor financeiro pode ser representado através do seguinte modelo:

$$Y_i = B_1 + B_2 D_i + U_i$$

Onde Y_i é o salário mensal do i-ésimo empregado e D_i é uma variável *dummy* que toma o valor 1 se for homem e o valor O se for mulher. Neste exemplo, pretende-se saber se o sexo determina a diferença salarial dos licenciados, mantendo-se todas outras variáveis (não incluídas no modelo), como a experiência profissional, a ação do desempenho e a idade constantes. Assumindo as hipóteses clássicas do modelo de regressão linear e tomando os valores esperados da equação anterior para casos em que o licenciado é do sexo feminino e em que é do sexo masculino obtém-se:

$$E\ (Y_i\ /\ D_i = 0) = B_1 \text{ (mulher)}$$

$$E\ (Y_i/\ D_i = 1) = B_1 + B_2 \text{ (homem)}$$

O termo independente B_1 representa o salário médio dos licenciados do sexo feminino, o coeficiente B_2 indica o quanto o salário médio de um licenciado do sexo masculino difere de um licenciado do sexo feminino, e b_1 + b_2 representa o salário médio dos homens licenciados. Um teste à hipótese nula H_0 : $B_2 = 0$, de que não existe discriminação sexual entre os salários dos licenciados do sector financeiro, consiste em testar a significância individual do parâmetro B2 através da estatística do teste t.

A utilização de variáveis *dummies* pode estender-se a outros modelos mais gerais que envolvem uma mistura de variáveis quantitativas, e qualitativas, nalguns casos, com mais do que uma categoria. Os casos mais comuns são:

2.3.5.5.1. Modelo com uma variável quantitativa e uma variável qualitativa

Como exemplo, considere-se o modelo, Y_i $B_1 + B_2D_i + B_3X_i + U_i$, onde Y_i são as vendas de um determinado produto bancário na agência 1, X é o número de funcionários da agência i, e $D_i = 1$ se a agência se situa no litoral e

$D_i = 0$ se a agência se situa no interior. Nesta equação, assumindo que $E(U_i) = O$ tem-se:

$$E(Y_i / D_i = 0) = B_1 + B_3X_i \text{ (interior)}$$

$$E(Y_i / D_i = 1) = (B_1 + B_2) + B_3X_i \text{ (litoral)}$$

As vendas do produto bancário diferem pela localização geográfica (litoral/interior) com uma magnitude de B_2, mas a taxa de variação das vendas em relação ao número de funcionários é a mesma em qualquer um das agências.

2.3.5.5.2. Modelo com uma variável qualitativa, uma variável quantitativa e uma variável multiplicativa

Retomando o exemplo anterior, considere-se o modelo, $Y_i = B_i + B_2D_i + B_3X_i + B_4(D_i X_i) + U_i$. Assumindo que $E(U_i) = 0$ vem:

$$E(Y_i / D_i = 0) = B_1 + B_3X_i$$

$$E(Y_i / D_i = 1) = (B_1 + B_2) + (B_3 + B_4) X_i$$

Se a variável X se mantiver constante, o valor esperado das vendas no interior é igual a B_1, enquanto no litoral o valor esperado das vendas é de $B_1 + B_2$. O coeficiente da variável multiplicativa D_iX_i, representado pelo coeficiente B_4, indica o quanto a taxa de variação das vendas do produto bancário no litoral em relação ao número de funcionários $(B_3 + B_4)$ difere da taxa de variação das vendas do produto bancário no interior em relação ao número de funcionários (B_3).

2.3.5.5.3. Modelo com uma variável qualitativa com mais de duas categorias

Por exemplo, considere-se o modelo $Y_i = B_1 + B_2D_{1i} + B_3D_{2i} + B_4D_{3i} + U_i$, onde Yi representa o nível de produtividade científica do investigador i, $D_{1i} = 1$ se o investigador é doutor e $D_{1i} = 0$ caso contrário, $D_{2i} = 1$ se o investigador é mestre e $D_{2i} = 0$ caso contrário, $D_{3i} = 1$ se o investigador é licenciado e $D_{3i} = 0$ caso contrário. A categoria de comparação em cada uma das variáveis

dummies é assim o grau de qualificação académica. Assumindo que E (U_i) = O , sai que:

$$E\ (Y_i\ /\ D_{1i} = 0,\ D_{2i} = 0,\ D_{3i} = 0) = B_1$$
$$E\ (Y_i\ /\ D_{1i} = 1,\ D_{2i} = 0,\ D_{3i} = 0) = B_1 + B_2$$
$$E\ (Y_i\ /\ D_{1i} = 0,\ D_{2i} = 1,\ D_{3i} = 0) = B_1 + B_3$$
$$E\ (Y_i\ /\ D_{1i} = 0,\ D_{2i} = 1,\ D_{3i} = 1) = B_1 + B_4$$

A produtividade média de um investigador com o doutoramento é B_1 + B_2, com o mestrado é B_1 + B_3, com a licenciatura é B1 + B4 e com outras qualificações é B_1. Sob as hipóteses clássicas do modelo de regressão, todas as questões de inferência estatística (testes de hipóteses e intervalos de confiança) abordadas anteriormente são válidas para os modelos com variáveis explicativas qualitativas ou mistas.

2.3.6. Erros de previsão

Qual o melhor método de previsão? Se o futuro é desconhecido, só e possível dar resposta a esta questão depois de conhecer os resultados futuros. A escolha de um adequado método de previsão depende se os analistas pretendem apenas estabelecer previsões ou se pretende também influenciar o comportamento dos acontecimentos futuros. Devem ter-se em conta fatores como as características das séries temporais (tendência, movimentos cíclicos, sazonalidade, movimentos irregulares), o horizonte temporal de previsões (curto, médio ou longo prazo) e o número de previsão requerida. O analista pode até encontrar vários métodos adequados para descrever o fenómeno em estudo, o que torna difícil a tarefa de escolher o melhor (Aníbal Caiado e Jorge Caiado,2008).

Assim sendo, no processo de seleção de um bom modelo, deve tomar-se em consideração os erros de previsão obtidos com os diferentes métodos através da previsão e um passo sobre as ultimas observações conhecidas série observada. Os critérios dos erros de previsão mais utilizados são baseados nas seguintes funções:

$EQM = (1/m)\sum_{t=1}^{m} e_t^2$ (erro quadrático médio)

$EAM = (1/m)\sum_{t=1}^{m} |e_t|$ (erro absoluto médio)

e $EPAM = (1/m)\sum_{t=1}^{m} |e_t / Y_t| x100$ (erro percentual absoluto médio)

Onde o erro de previsão (e_t) é igual a diferença entre o valor observado no momento t (yt) e o seu valor previsto ($\hat{Y}$).

2.4. Breve histórico sobre os modelos de previsão de séries temporais

Segundo a enciclopédia livre, em estatística, econometria, matemática aplicada e processamento de sinais, uma série temporal é uma coleção de observações feitas sequencialmente ao longo do tempo. Em modelos de regressão linear com dados em secção transversal a ordem das observações é irrelevante para a análise, já em séries temporais a ordem dos dados é fundamental. Uma característica muito importante deste tipo de dados é que as observações vizinhas são dependentes e o interesse é analisar e modelar esta dependência.

As séries temporais existem nas mais variadas áreas de aplicação, como: finanças, marketing, ciências económicas, seguros, demografia ciências sociais, meteorologia, energia, epidemiologia, etc.

Uma série temporal é uma sequência de realizações (observações) de uma variável ao longo do tempo. Dito de outra forma, é uma sequência de pontos (dados numéricos) em ordem sucessiva, geralmente ocorrendo em intervalos uniformes. Portanto, uma série de tempo é simplesmente uma sequência de números recolhidos em intervalos regulares durante um período de tempo. Na ciência económica o trabalho de Trygve Haavelmo, tem sido uma abordagem padrão para visualizar séries temporais económicas como realizações de processos estocásticos. Esta abordagem permite que o construtor do modelo económico use a inferência estatística para construir e testar equações que caracterizam as relações entre variáveis económicas. Note-se que esta definição pressupõe que a série temporal contenha um componente estocástico, o que é verdade na vasta maioria dos casos práticos.

As séries temporais são muitas vezes representadas por meio de funções matemáticas, ou seja, assume-se que o valor obtido é função de

alguma outra variável (ou de diversas variáveis), ou, o que é a mesma coisa, que existe uma lei de função que determina esta série temporal.

A função que determina a série temporal não precisa ser sempre linear. Na verdade, ela pode ter qualquer formato (quadrática, exponencial ou outras) e pode depender de mais de uma variável. No entanto, uma boa parte da (mas não toda a) econometria trata apenas de funções lineares, que são mais fáceis de modelar. Uma série temporal pode ter dois componentes: um determinístico e outro estocástico.

Quando os valores da série podem ser escritos através de uma função matemática perfeitamente determinada por uma ou mais variáveis, diz-se que ela contém apenas o componente determinístico.

Tome-se a seguinte função linear, $Y_t = f(x)$. Nesta função, a variável Y_t depende ou é determinada pela variável X_t.

A convenção utilizada nesta série temporal é a seguinte: y representa o dado obtido, x representa a variável que determina y, o subscrito "t" indica o período à qual o dado se refere.

Além dos componentes normais de uma função matemática perfeitamente determinada, a representação de uma série temporal pode incluir um componente aleatório (estocástico), normalmente representado por ε_t ou u_t ou u_t As séries temporais podem ser estacionárias ou não estacionárias (têm ou não raiz unitária). Além disso, podem ser estocásticas ou determinísticas.

Quando os valores da série podem ser escritos através de uma função matemática *Y=f(tempo*) diz-se que a série é determinística. Quando a série envolve, além de uma função matemática do tempo, também um termo aleatório *Y=f(tempo,* ε *)* a série é chamada estocástica. Normalmente as séries temporais são analisadas a partir dos seus principais movimentos descritivos: tendência, ciclo, sazonalidade e variações aleatórias.

Uma série estacionária é o que em matemática costuma se chamar serie convergente, ou seja, aquela como que flutua em torno de uma mesma média ao longo do tempo.

Para garantir que o componente estocástico também flutue ao redor de uma mesma média, assume-se, por exemplo que ele seja um componente

aleatório idêntico e independentemente extraído de uma distribuição normal. Digamos que existem duas formas de estudar séries temporais. Uma análise da série temporal é um método para tentar entender a série temporal, de forma a entender a estrutura que gerou a série. Uma previsão a partir da série temporal procura construir um modelo matemático a partir do qual seja possível prever valores futuros da série. Os modelos para estudar as séries temporais são muito conhecidos por seus acrônimos em inglês, montados a partir de AR (modelos auto-regressivos), 'I' (modelos integrados) e MA (modelos de média móvel). Por exemplo, o modelo ARIMA é um modelo auto-regressivo, integrado e de média móvel.

Para Stevenson (2001), uma série temporal é um conjunto cronológico (ordenado no tempo) de observações. A análise de tais dados tem por objetivo determinar se eles apresentam algum padrão não aleatório. Por vezes, o que se deseja é, realmente, localizar esses padrões não aleatórios, que podem então ser usados para predições quanto ao futuro. Para este autor as séries temporais em que há algum relacionamento histórico entre as observações, a finalidade da análise é determinar qual é o relacionamento, a fim de que possamos utilizá-lo em planeamento ou previsões.

De acordo com Caiado *et al. (2008),* na análise de séries temporais devem ter-se em conta os seguintes objetivos fundamentais:

- Descrição. Construção do cronograma da série e caracterização do seu andamento geral, procurando identificar os pontos de viragem (mudança de estrutura) e eventuais observações anómalas (*outliers*).
- Explicação ou modelação. Construção de modelos que permitem explicar o comportamento da série no período observado.
- Previsão. Tentar prever a evolução futura da série com base exclusivamente no seu passado (modelos univariados) ou com base no comportamento passado de outras variáveis (modelos multivariado).
- Controlo. Procurar modificar o comportamento futuro do processo através do ajustamento de variáveis controláveis.

Segundo Sousa (2006), a classe de fenómenos cujo processo observacional e consequente quantificação numérica gera uma sequência de dados distribuídos no tempo é denominada série temporal.

As séries temporais consistem em observações feitas durante um lapso de tempo. A finalidade da análise de tais dados é determinar se podem identificar padrões históricos, padrões que possam ser úteis, seja para explicar ocorrências passadas, seja para prever ocorrências futuras. Para este autor a análise das series temporais é tanto uma arte como uma ciência, e eficiência da análise inclui habilidade e também um pouco de sorte (Stevenson 2001).

O principal objetivo da análise de séries é prever valores futuros da série, que podem ser: a curto prazo, como no caso das vendas e produção ou *stock* a longo prazo, como para series populacionais de produtividade e outros (Morettin; toloi, 1985), (citado por Souza, 2006). A tomada de decisões baseadas em previsões abrange várias áreas de gestão tais como: marting, produção, área financeira, gestão empresarial e recursos humanos (makridaki, Wheel wright,1989) (citado por Souza, 2006).

Uma das considerações mais frequentes a respeito de uma série temporal é a de que ela seja estacionária, ou seja, ela se desenvolve no tempo aleatoriamente ao redor de uma média e variância constantes, refletindo alguma forma de equilíbrio estável (morettin; toloi,1985) (citado por Souza 2006).

A previsão de series temporais é somente o estabelecimento de valores futuros para a série, isto é, feita com base tanto na informação atual quanto na passada. O horizonte de previsão é o comprimento do tempo, contado a partir de uma origem predeterminada (origem da previsão) (Junior, 2007).

Alguns dos métodos estatísticos para análise ou previsão de séries temporais exige que a série seja estacionária, caso contrário (Cortez 2002), (citado por Souza, 2006) diz: “o desejo de compreender o passado e prever o futuro impulsiona a procura por leis que expliquem o comportamento de fenómenos ou acontecimentos. Se as equações que os determinam são conhecidas, é possível utilizar as mesmas para prever o resultado de uma determinada experimentação, desde que sejam conhecidas as condições iniciais. Na ausência de regras que definam o comportamento de um sistema, procura-se determinar o seu comportamento futuro a partir de observações concretizadas no passado.”

Em geral os métodos de previsão partem de valores passados para prever valores futuros. Até 1920, a previsão era efetuada através de

extrapolação simples de um valor global, ajustado em função do tempo. Só em 1927, Yule criou o modelo auto-regressivo (ar), onde o valor previsto dependia de valores passados (Sousa 2006).

Corroborando essa teoria, o periódico mais importante da área de modelagem para a previsão futura é o *International Journal of Foresting*, sendo respeitado na comunidade académica como um jornal de referência excelência na área. Em 2006, Gooijer e Hyndman (2006, p.443) lançaram um artigo comemorativo de 25 anos de análise e previsão de séries temporais, onde fizeram uma análise das publicações deste periódico, cobrindo o período 1982 a 2005, onde selecionaram 340 artigos publicados no periódico e tiraram conclusões importantes sobre do passado da produção científica e principalmente sobre o futuro desta área. A conclusão geral a que chegaram foi de que foram realizadas progressos enormes em muitas áreas onde foram realizadas previsões, mas acreditam que ainda há um grande número de tópicos que precisam de um desenvolvimento dos modelos de previsão (Lima, 2011).

Uma das técnicas mais comuns para efetuar previsões cronológicas é aquela baseada em observações cronologicamente ordenadas da variável em questão (Chatfild 2000) (citado por Souza, 2006).

Os métodos de alisamento exponencial foram introduzidos por Robert G. Brow em 1944, no campo das operações militares da II Guerra Mundial, quando este foi contratado como especialista em investigação operacional para desenvolver modelos matemáticos de controlo de incêndio em submarinos. São métodos estatísticos de previsão que utilizam combinações ponderadas das observações passadas para prever os valores futuros. O termo «alisamento exponencial» significa que os ponderadores são exponencialmente decrescentes com antiguidade das observações (Caiado 2011).

A partir de 1950, novos estudos foram realizados na área da previsão de séries temporais. Nesta época foi criada a técnica do alisamento exponencial, que exigia poucos cálculos e era de fácil utilização. Com o advento do computador nos anos 50, houve uma revolução nos métodos de previsão (Souza, 2006).

Os modelos de alisamento exponencial são da década de 50 e anos 60 com os trabalhos de Brow (1959 apud Gooijer e Hyndman,2006,p.444). Mas foi somente 10 anos depois que Pegels (1969, p.312) atribuiu uma classificação simples, definindo os padrões de tendência, sazonalidade definindo modelos aditivos (linear) e multiplicativos (não linear).

Mais tarde, Snyder (1985 apud Gooijer e Hyndman,2006 p.445) revelou que os métodos de alisamento exponencial poderiam ser considerados como resultantes de um modelo de espaço de estudo (ou seja, um modelo de uma única fonte de erro). Ainda segundo os autores, embora esta informação tenha passado desapercebida no momento, nos últimos anos forneceu a base de uma grande quantidade de trabalhos com modelos de espaços de estudos (Lima 2011). Porém, foi Box-Jenkins e Reinsel (1994, p.22) que forneceram condições de colocar os modelos de alisamento exponencial dentro de um quadro estatístico mais rigoroso ao demonstrar que algumas previsões feitas por tais modelos surgem com os casos especiais dos modelos de ARIMA.

Foi Yule, (citado por Lima 2011) que estudando o comportamento de séries deterministas, lançou o conceito de séries estocásticas por ter identificado toda série que poderia ser considerada um processo estocástico. Desde então, vários trabalhos são publicados na área de séries temporais que lidaram com estimação estocástica de parâmetros, identificação, verificação e previsão futura.

Em 1976, surgiu a metodologia Box-Jenkins. Trata-se de uma técnica completa de identificação do modelo que melhor se ajusta aos dados, de estimação dos parâmetros e da verificação da validade do modelo empregado. Esta técnica fornece previsões através de um modelo linear probabilístico, embora apresente algumas restrições de utilização, tais como identificação do tamanho da amostra (que deve ser no mínimo de 50 observações) e a imprescindível interferência de um analista, na fase de identificação do modelo (chaves,1991), (citado por Souza, 2006).

O procedimento de Box-Jenkins consiste em explicar uma variável por meio de valores passados dela mesma e de valores passados de choques (Sartoris, 2003).

Os modelos autorregressivos e médias móveis (ou modelos ARMA), introduzidos por Box-Jenkins (1970, 1976), permitem modelar e prever séries

temporais estacionárias e não estacionárias através de uma representação autorregressiva e médias móveis (Caiado, 2011).

Box-Jenkins (1970, 1976) e, mais tarde, Box, Jenkins e Reinsel (1994) entre outros, propuseram uma metodologia de análise de séries temporais baseada nas etapas de identificação, estimação, avaliação do diagnóstico, seleção de modelos de previsão, os modelos de função transferência, introduzidos por Box e Jenkins (1970, 1976), combinam as características dos modelos ARMA univariados com os modelos clássicos de regressão linear múltipla (Caiado, 2011).

Na previsão obtida através do uso dos métodos de médias móveis utiliza-se algum tipo de média que leva em conta valores reais anteriores da própria variável que se quer prever. São métodos que, normalmente, geram previsões ditas "adaptativas", que se ajustam de forma automática aos dados mais recentes disponibilizados, (Moreira 2001), (citado por Bacci,2007).

Os métodos de médias, embora sejam úteis, não oferecem informações sobre o grau de confiança da previsão, pois não utilizam uma regressão para estimar o modelo. Por esse motivo, eles não permitem que se calcule o erro-padrão e nem que se descreva o componente estocástico ou não explicado da série temporal (Pindyck e Rubinfeld 2004), (citado por Bacci,2007).

Os modelos de intervenção, introduzidos por Box e Tiago (1975), num artigo em que os autores analisaram os efeitos do controlo da poluição do ar em Los Angeles e de algumas políticas económicas, são um caso particular dos modelos de função transferência (Caiado,2011).

No contexto empresarial, Mentzer e Cox (citado por Caiado,2011) estudaram os níveis de familiaridade e satisfação com os principais métodos qualitativos e quantitativos de previsão e vendas, tendo por base uma amostra de 157 empresas a operar nos Estados Unidos.

No que concerne ao nível de satisfação com os métodos de previsão a maioria dos gestores manifestou maior satisfação com os tradicionais métodos quantitativos (regressão, alisamento exponencial, médias móveis e tendência linear) do que com as previsões qualitativas do presidente da organização, da opinião dos vendedores e da expectativa dos consumidores. A regressão é o método que revelou maior grau de satisfação, apesar de muitos estudos científicos sugerirem que os métodos de previsão não causais (alisamento

exponencial, metodologia de Box-Jenkins) são mais eficientes que os métodos explicativos (regressão e outros) (Caiado 2011).

O estudo de Mentzer e Box (1984) foi replicado 10 anos mais tarde por Mentzer e Kahn (1995, 1997). Os resultados agora obtidos sugerem que os gestores e executivos estão mais familiarizados com os métodos quantitativos do que há 10 anos atrás. Em particular, eles estão mais familiarizados com as técnicas de alisamento exponencial e menos familiarizados com as técnicas qualitativas de previsão como a opinião do presidente. Este estudo aponta ainda para a existência de uma correlação positiva entre os níveis de familiaridade e satisfação com os métodos de alisamento exponencial e uma correlação negativa entre os níveis de familiaridade e satisfação com os métodos de médias móveis (Caiado 2011).

Num outro estudo, Dalrymple (citado por Caiado 2011) analisou a percentagem de utilização dos diferentes métodos de previsão por sector de atividade (indústria e serviços). Segundo este estudo, as empresas industriais recorrem mais a métodos de previsão do que as empresas de serviços. A força de vendas e a opinião do presidente são os métodos de previsão mais utilizados na indústria, enquanto a opinião do presidente e a previsão *naive* (método simples que utiliza os valores passados como as melhores previsões para o futuro) são os mais utilizados nos serviços. A proximidade entre vendedores e consumidores faz com que a força de vendas seja o método de previsão mais utilizado nas empresas industriais. Os resultados indicam ainda que alguns métodos de previsão quantitativos (médias móveis, taxa de variação percentual, alisamento exponencial e projeção em linha) são mais utilizados nos serviços do que na indústria. Por outro lado, os resultados demonstram que os indicadores avançados, os métodos econométricos e a regressão múltipla são mais populares nas empresas industriais do que nas empresas de serviços (Caiado, 2011).

Estes e outros estudos têm mostrado que os métodos qualitativos (ou subjetivos) são os mais utilizados na prática. Contudo, deve ter-se em atenção os enviesamentos e limitações que caracterizam o nosso julgamento quando se pretende minimizar as consequências negativas da previsão. A solução mais consentânea passa por explorar as vantagens de ambos os métodos (qualitativos e quantitativos), combinando adequadamente as previsões obtidas

através de métodos estatísticos com as previsões qualitativas de analistas experientes e conhecedores da matéria substantiva (Caiado, 2011).

As empresas devem tomar o cuidado de utilizar as previsões, como base de suas decisões, considerando que as mesmas estão sujeitas a erros de previsão inerentes à qualquer experiencia aleatória. Qualquer que seja a metodologia utilizada o objetivo é minimizar estes erros de previsão (Cortez, 2002), (citado por souza 2006). Para ter um controle destes erros é importante que se defina uma função de perda, sendo que a mais utilizada é a do erro quadrático médio (*mse - mean square error*) (morettin; toloi, 1985), (citado por Souza,2006). Os erros de previsões são causados, essencialmente, pela falta de confiabilidade dos dados históricos e pela falta de um modelo que possua um melhor ajuste, considerando a instabilidade do mercado (Corrêa; Gianesi; Caon,2000), (citado por souza, 2006).

Desde então, muitas técnicas têm sido testadas com o intuito de se efetuar previsões mais precisas e preferencialmente automatizadas. Muitos estudos na área da inteligência artificial (IA) foram dirigidos a este fim. Modelos inspirados na natureza, como redes neurais artificiais (RNA), algoritmos genéticos (AG) e algoritmos evolutivos (AE) e, dentre estes, a programação genética (kaboudan,2002), (citado por souza 2006), apresentaram resultados promissores nesta área.

2.4.1. Alguns trabalhos relacionados

Alguns dos trabalhos encontrados na literatura que estão relacionados com o presente trabalho são:

O de Souza 2006 que apresentou uma metodologia alternativa para a previsão de séries temporais, utilizando um conjunto de técnicas de programação genética (PG) e, em seguida, uma combinação de preditores (*boosting)* com intuito de minimizar os erros de previsão.

Souza utilizou a programação genética como algoritmo base e os coeficientes de correlação entre os valores observados e os valores previstos através da programação genética (PG). O algoritmo *Bosting Correlation Improvement* (BCI) proposto por este autor foi inicialmente desenvolvido, para previsão de séries temporais. As primeiras experiências realizadas utilizando

os coeficientes de correlação mostraram a eficácia da técnica na tarefa da previsão.

Lima em 2011 fez uma tese com objetivo de realizar uma análise comparativa do uso combinado de filtros de Wavelets e Kalmen juntamente com os modelos de previsão para séries temporais financeiras, para verificar qual produz a melhor previsão futura.

O trabalho deste autor teve por foco fazer uma análise do efeito da aplicação dupla de um filtro de espaço e estado aliado a um critério de decomposição de alta e baixa frequências em ordens diferentes de ocorrência, além de comparar a qualidade das previsões feitas em separado por cada hipótese.

Uma outra abordagem é feita na combinação de modelos para previsão de séries temporais por Zou e Yang (2004), que propõe uma combinação convexa de modelos candidatos à solução do problema ao invés de utilizar um único modelo. A ideia é que, quando existe muita incerteza na escolha do melhor modelo, a combinação de vários deles poderá reduzir a instabilidade da previsão e, portanto, melhorar a precisão da predição. Ele propõe um algoritmo, *after*, no qual os pesos são sequencialmente atualizados após cada observação adicional. O método foi estudado teoricamente por Zou e Yang (2004) e esse estudo mostrou que modelos combinados produzem melhores taxas de convergência do que as encontradas por modelos individuais. Através de suas experiencias, afirma que não é uma boa ideia combinar cegamente, todos os possíveis modelos disponíveis, mas analisá-los preliminarmente e criar uma lista com os melhores modelos disponíveis.

Em 2003, Hui publicou um trabalho no qual analisava a performance da programação Genética na análise de séries temporais, construindo um programa capaz de produzir indivíduos que fornecessem uma previsão para aplicações financeiras futuras baseadas em *n* períodos passados, onde *n* seria uma variável a ser definida pelo usuário. Tendo realizado várias experiências variando *n* e o tamanho da população, chegou a uma configuração capaz de produzir indivíduos que forneciam previsões razoáveis, porém considerando a previsão um passo à frente, (citado por Souza, 2006).

A dissertação de Bacci, em 2007, sobre métodos de séries temporais para previsão da procura de café no Brasil com o objetivo principal de prever a procura interna de café solúvel e café torrado e moído, através da utilização de métodos de séries temporais. Selecionou os métodos de previsão mais adequados para se realizar a previsão, utilizando-se como critérios de escolha as características, o desempenho (apresentação de menores erros) e os resultados estatísticos apresentados por cada um deles; verificou se a utilização de uma combinação dos métodos de séries temporais selecionados apresentaria melhor desempenho e resultados estatísticos do que os métodos individuais escolhidos para tomar parte dela, considerando-se um determinado período de tempo; verificou se a escolha da combinação de métodos ofereceria um menor risco associado à previsão, ou seja, se o desvio-padrão dos erros apresentados pela combinação seria menor do que o desvio apresentado por cada método individual selecionado.

O trabalho de Junior (2007), baseado na análise de métodos de previsão visando identificar o método de previsão mais adequado para duas categorias de produtos que apresentam comportamento sazonal em uma empresa de perfumaria e cosméticos com o objectivo de minimizar os efeitos que os erros de previsão têm gerado nesta empresa. Específicante na identificação das categorias de produtos e caracterização de nível de tendência e sazonalidade das histórias de procura dos produtos usando métodos estatísticos; na identificação do método de previsão utilizado pela empresa e os parâmetros para a análise de cada grupo de produtos; na análise e selecção de métodos de previsão baseados em séries temporais mais adequados em lidar com produtos em análise; no estudo comparativo e verificação da eficiência dos métodos de previsão em relação ao utilizado pela empresa.

O trabalho de Peixoto (2005), com objectivo de mostrar a viabilidade prática e teórica de um modelo de previsão de volume de procura, baseado em técnicas econométricas, em análises gerenciais de empresas para oferecer uma alternativa inovadora de controlo administrativo para o planeamento de produção e elaboração de estratégias em empresas através de modelos econométricos; realizar uma revisão bibliográfica referente a técnicas de modelagem em econometria; descrever uma metodologia prática para criação de modelos baseados em regressões lineares múltiplas e de séries temporais;

aplicar sobre um conjunto de dados recolhidos, definidos como exemplo para este trabalho, modelos de regressão linear em conjunto com modelos de séries temporais, para ilustrar e assim obter uma melhor compreensão do efeito de variáveis sobre a procura de um produto e poder realizar previsões desta procura; criar um trabalho que vai servir de apoio a estatísticos que desejam implementar modelos econométricos em empresas.

Outro trabalho é o de Alencar (2006), com o propósito central de analisar e comparar diversos modelos econométricos de previsão da inflação, a fim de verificar que modelagem é capaz de realizar as melhores previsões no curto prazo: modelos puramente estatísticos ou amparados pela teoria económica. Desta forma, são detalhadas as principais variáveis económicas que afetam o nível geral de preços, como a taxa básica de juros da economia, a taxa de câmbio, a base monetária, a produção física industrial e a taxa de desemprego. A abordagem macroeconómica moderna cita ainda a autonomia do banco central como outro aspecto importante na redução da taxa de inflação. Alem disso, o trabalho visa explicar a implementação do plano real e o seu sucesso no cumprimento do objetivo da estabilização monetária, tanto no contexto do regime de bandas cambiais como no regime de metas de inflação.

3. METODOLOGIA

Este capítulo destina-se a demostração da ferramenta adotado dentro dos objectivos da pesquisa, detalhando os passos na determinação das premissas que sustentam o tratamento dos conteúdos sobre modelos de previsão, tendo em conta:

- A análise dos programas curriculares de cinco universidades Angolanas com cursos de pós graduação, mestrados em ciências financeiras e contabilidade
- Fazer um estudo comparativo, analisando os conteúdos dos programas em termos de disciplinas e conteúdos
- Identificar concordâncias e divergências entre os conteúdos das disciplinas nas cinco universidades em termos de conteúdos de modelos de previsão

3.1. Metodologia aplicada na investigação

Segundo *o Manual Frascati (OCDE,* Paris, 1993) citado por Carvalho (2009), diz que a investigação é um trabalho criativo prosseguido de forma sistemática com vista a ampliar o conjunto dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, bem como a utilização desse conjunto de conhecimentos em novas aplicações.

Segundo Carvalho 2009, o termo método significa literalmente «segundo um caminho» (do grego meta, «junto em companhia» e hodós, «caminho»). Refere-se à especificação dos passos que devem ser dados, em certa ordem, para alcançar um determinado fim, o método é o caminho e os passos para se atingir um determinado objectivo. Método científico é processo racional que se emprega na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Destas definições chega-se a concluir que a pesquisa é conduzida seguindo um método científico, ou seja, um conjunto de etapas. Deste modo para se atingir os objectivos propostos aplicando alguns instrumentos selecionados, a pesquisa está composta pelas seguintes etapas:

(1) Revisão documental
(2) Selecção de universidades
(3) Entrevista às direções das universidades
(4) Análise dos programas

Assim a pesquisa, como meio de investigação, referente à técnica de campo, aplicou-se a 5 universidades de Angola nas cidades de Benguela e Luanda, que representa 17,24% das universidades, de diferentes

características, referente sobretudo ao ensino superior, o que garante a representatividade da amostra. A pesquisa aplicada pode consultar-se no anexo nº 2, tabela de pesquisa 1.

3.2. Preâmbulo Com a Descrição do Ensino Superior

O desenvolvimento necessário e harmonioso do ensino superior em Angola esteve condicionado às vicissitudes da colonização e das guerras que assolaram o nosso país de 1961 a 2002; Os constrangimentos históricos não impediram a afirmação e desenvolvimento do ensino superior; O alcance da paz em 2002 foi o factor decisivo para o crescimento notório do ensino superior nos últimos anos.

Segundo a estatística interna do ministério do ensino superior da ciência e da tecnologia (MESCT) e diário da república, neste período o ensino superior funcionava somente com a Universidade Agostinho Neto, Universidade Católica de Angola, a Universidade Lusíada de Angola, e a Universidade Jean Piaget de Angola em algumas províncias do país. Entretanto o sistema universitário passou, essencialmente desde 2000, por uma expansão muito notável. A Universidade Agostinho Neto, passou a dispor de cerca de 40 faculdades, espalhadas pelas principais cidades do país e a funcionar em condições frequentemente precárias.

Nos anos 2000 houve duas alterações incisivas neste panorama. Por um lado, a Universidade Agostinho Neto (UAN) foi desmembrada em 2009: as suas faculdades nas diferentes províncias passaram a constituir universidades autónomas, ficando a Universidade Agostinho Neto limitada em Luanda. Em 2011, a UAN teve proximamente 22 mil alunos, a Universidade Katyavala Bwila (Benguela perto de 6 mil, as universidades José Eduardo dos Santos (Huambo) e Mandume ya Ntamufeyo (Lubango) próximo de 5 mil cada, a Universidade 11 de Novembro (Cabinda) próximo 4 mil, e as Universidades Luanda Norte (Malanje e Kimpa Vita (Uíge) próximo de 2 mil cada. Ficaram na dependência direta do MESCT os Institutos Superiores de Ciências da Educação (ISCEDs) do Lubango (próximo 7 mil alunos), do Uíge (próximo de 5 mil alunos), do Huambo (2 mil alunos) e de Luanda (2 mil alunos) bem como as Escolas Superiores Pedagógicas do Bengo (Viana, mil alunos), do Bié (Kuito, mil

alunos) e da Lunda Norte (Dundo, 2 mil alunos). Do lado do ensino superior público existem ainda os Institutos Superiores Politécnicos do Kwanza Norte e do Kwanza Sul, o Instituto Superior de Serviço Social de Luanda, e a Escola Superior Agrária do Kwanza Sul. Para assegurar o enquadramento do conjunto destas instituições foi fundado o Ministério do Ensino Superior, da Ciência e da Tecnologia.

Por outro lado, o número de universidades privadas aumentou muito significativamente. Em 2005 fundou-se a Universidade Independente de Angola. Todas estas universidades têm a sua sede em Luanda. No ano de 2007 apareceu um total de oito novas universidades com números aproximados de alunos: a Universidade Privada de Angola (Luanda e Lubango, 3 mil alunos), a Universidade Metodista de Angola (Luanda, 2 mil alunos), a Universidade Gregório Semedo (Luanda, 6 mil alunos), a Universidade Técnica de Angola (Luanda, 7 mil alunos), a Universidades de Belas (Luanda, 4 mil alunos), a Universidades Óscar Ribas (Luanda, 5 mil alunos), o Instituto Superior de Ciências Sociais e Relações Internacionais (Luanda, 3 mil alunos) e o Instituto Superior Técnico de Angola (Luanda, 3 mil alunos). Em 2011 este panorama foi completado pela criação ou oficialização de toda uma série de institutos superiores politécnicos: o ISP de Benguela (mil alunos), o ISP Metropolitano (Luanda, 3 mil alunos), o ISP de Tecnologias, o ISP de Humanidades e Tecnologias Ekuikui II (Huambo, mil alunos), o ISP do Cazenga (Luanda, mil alunos), o ISP da Tundavala (Lubango, mil alunos), o ISP Pangela, o ISP Kangonjo (mil alunos) o ISP Gregório Semedo (Lubango), o ISP Independente (quinhentos alunos).

Como era de esperar, estes desenvolvimentos maciços e incisivos trouxeram consigo inúmeros problemas que a esta altura (2011) em muitos casos ainda não estão resolvidos. No sector das universidades privados observa-se, desde já, em Luanda que a procura global foi sobrestimada, e que não está garantida a viabilidade do conjunto das instituições atualmente existentes. De referir ainda que existem algumas universidades privadas que não foram oficialmente reconhecidas e cujos diplomas não são por conseguinte válidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos dentro da pesquisa realizada com a utilização das ferramentas selecionadas e aplicação dessas ferramentas.

Desta forma são descritos os seguintes resultados:

4.1. Resultado da revisão documental

A revisão documental inclui a consulta de bibliografias sobre modelos de previsão, e a revisão documental ao programa dos cursos de pós-graduação e mestrados em finanças economia e gestão que inclui a declaração de objectivos e competências.

4.2. Resultado da selecção de universidades

Das várias universidades de Angola públicas e privadas foram selecionadas universidades (faculdades) que ministram cursos de pós-graduação e mestrados na especialização finanças, economia e gestão. Assim sendo selecionou-se as seguintes universidades:

- Universidade Agostinho Neto de Angola (UAN) faculdade de direito na província de Luanda; curso de pós-graduação em mercados financeiros.
- Universidade Lusíada de Angola (ULA) centro de estudos, investigação e pós graduação (CEIP) na província de Luanda; curso de mestrado em economia.
- Universidade católica de Angola (UCAN) na província de Luanda; pós-graduação de contabilidade e finanças empresariais.
- Universidade metodista de Angola (UMA) em parceria com a Universidade de Évora, na província de Luanda; mestrado em finanças.
- Cespu-formação Angola em parceria com a Universidade Portucalense, na província de Benguela; pós-graduação em gestão de finanças.

4.3. Resultado da entrevista às direcções das universidades

Depois de feita a entrega da carta de pedido de dados na direcção de cada universidade, fez-se a entrevista aos responsáveis para os cursos de pós-graduação e mestrados das respectiva instituições, onde estas manifestaram que nas suas instituições, estão de portas abertas para qualquer situação do género para engradecer o ensino no nosso país. Posteriormente fez-se a recolha dos seus programas curriculares.

4.4. Resultados da análise dos programas

Nesta secção serão apresentados os resultados obtidos na análise dos dados conforme indicados no anexo nº3, tabela de pesquisa 2. Os resultados foram obtidos através de comparação das disciplinas das várias instituições.

4.4.1 Resultados da análise da comparação por disciplinas

Assim os resultados da aplicação da pesquisa aos programas curriculares são apresentados a seguir:

a) Mesmas terminologias e mesmos conteúdos:

- **Métodos Quantitativos:**

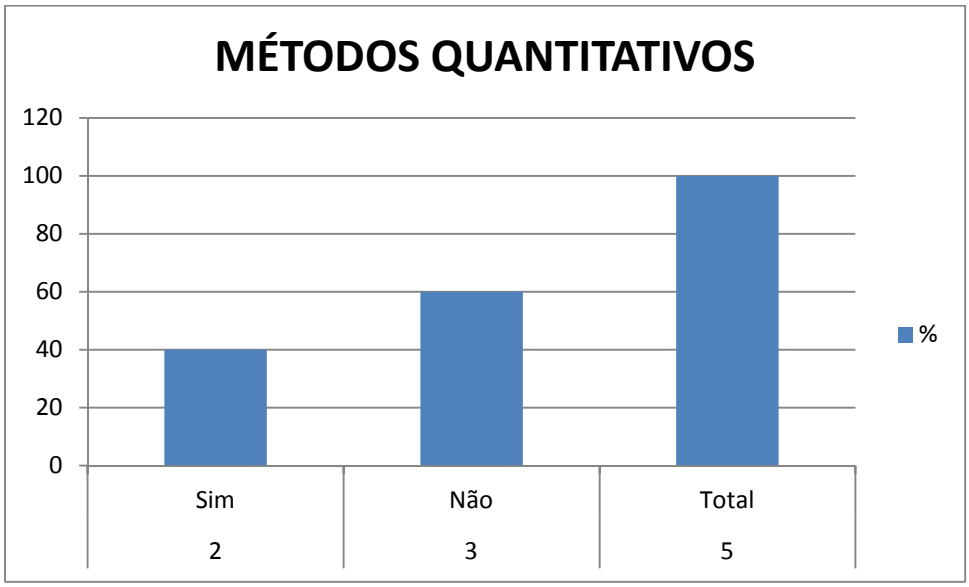
  Onde ministram os seguintes conteúdos:

Inferência Estatística: Revisão de métodos inferenciais em Estatística Univariada; Estatística Multivariada: Análise preliminar de dados multivariados, populações Normais Multivariadas, análise de variância, análise de componentes principais, análise factorial, análise discriminante, análise de clusters.

Tabela 1 - Métodos quantitativos

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 1. Métodos quantitativos



Das 5 instituições selecionadas constatou-se que só em duas (40%), se ministra métodos quantitativos. Em 3 delas (60%) não se ministra.

O objectivo principal é fornecer aos alunos instrumentos teóricos fundamentais à realização de trabalho empírico, explorar alguns instrumentos teóricos e computacionais necessários à análise estatística de séries temporais e desenvolver competências orientadas para a investigação de base experimental com recurso aos instrumentos da economia computacional.

- **Contabilidade financeira**

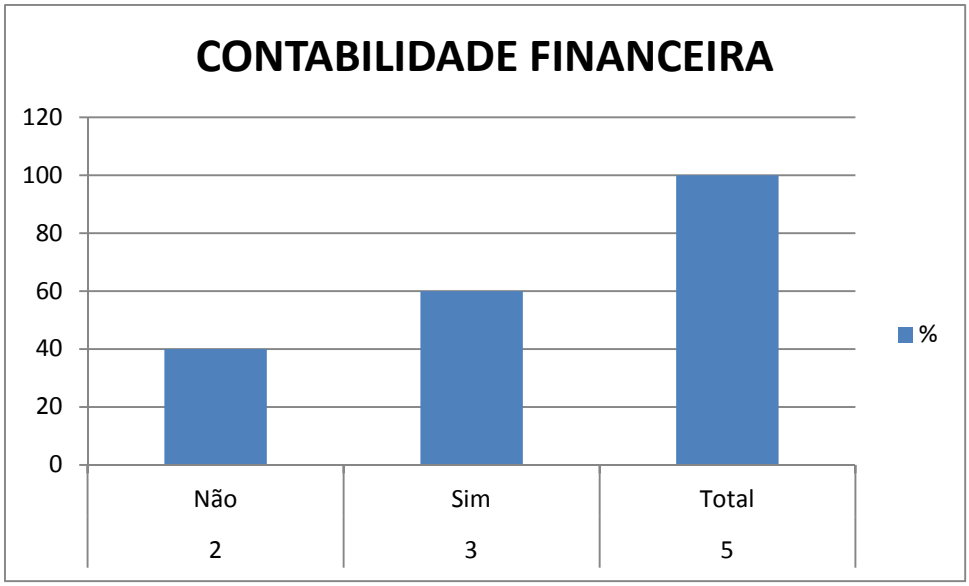
Das instituição selecionadas em contabilidade financeira tratam de: a natureza e o objectivo da contabilidade financeira; princípios contabilísticos aceites em Angola e as normas internacionais; plano geral de contabilidade;

conteúdo e formato das principais peças contabilísticas: balanço, demonstração de resultados, demonstração de fluxos de caixas, notas anexas às compras, relatório técnico, balancetes e plano de contas, balancete e análise as contas.

Tabela 2 - Contabilidade financeira

Quantidade	Opção	%
2	Não	40
3	Sim	60
5	Total	100

Gráfico 2. Contabilidade Financeira



Constatou-se que no respeitante a disciplina de contabilidade financeira é ministrada em 3 que corresponde a (60%), não acontece em 2 (40%). É importante que os alunos tenham conhecimento sobre noções básicas do funcionamento das empresas e da relevação contabilística digráfica, de forma a proporcionar aos alunos os instrumentos básicos necessários à compreensão dos aspectos mais genéricos da relevação contabilística da actividade e do património da empresa e a compreensão da movimentação das contas.

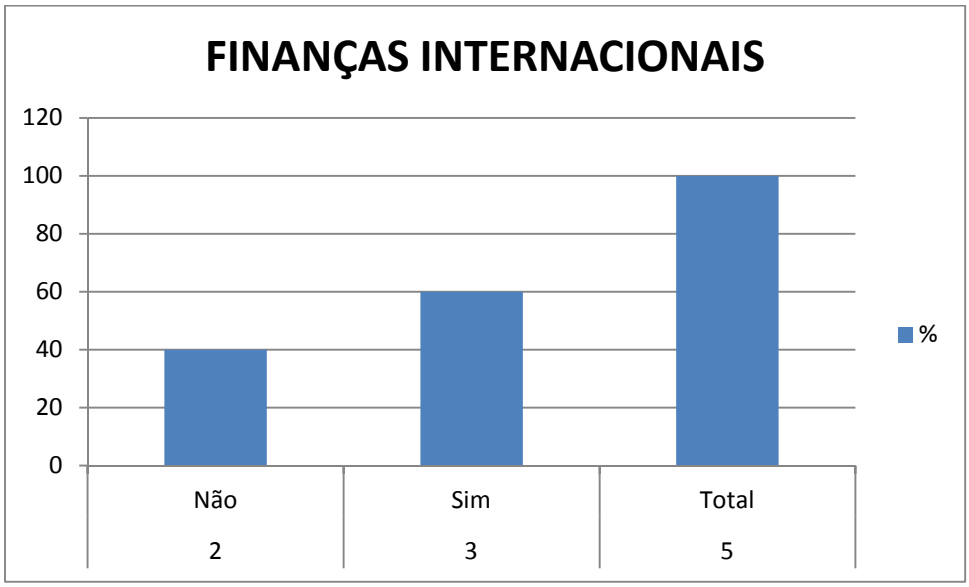
- **Mercados financeiros internacionais**

Das instituições selecionadas em mercados financeiros internacionais ministra-se o seguinte: A evolução e importância das finanças internacionais; mercado internacional de câmbio; Economia aberta e comércio internacional; Diversificação internacional.

Tabela 3 - Finanças internacionais

Quantidade	Opção	%
2	Não	40
3	Sim	60
5	Total	100

Gráfico 3. Finanças Internacionais



Em 60% dos casos (3) as instituições ministram esta disciplina, e não se faz em 2 instituições (40%). Compreender as diferenças entre a gestão financeira e a gestão financeira em ambiente internacional, onde existe mais do que um mercado, mais do que uma moeda e mais do que uma taxa de juro, é o objectivo desta disciplina.

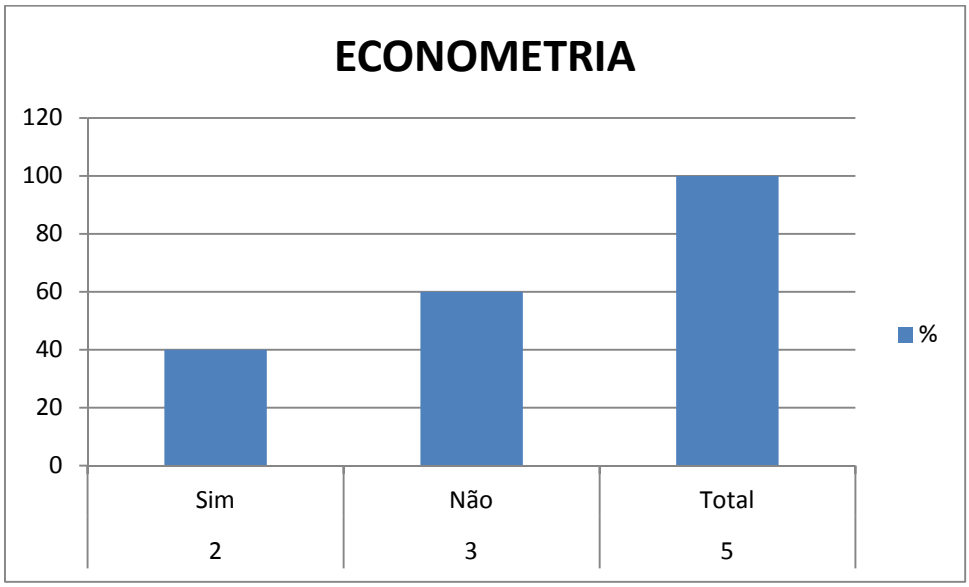
- **Econometria**

Das instituições selecionadas em econometria ministram os seguintes conteúdos: Métodos de estimação: OLS, máxima verosimilhança, variáveis instrumentais e GMM. Modelos para variável dependente discreta; Métodos para lidar com truncagem, censuras e amostras com selecção; Tópicos avançados de séries temporais: raízes unitárias e co-integração.

Tabela 4 - Econometria

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 4. Econometria



Em econometria abordam-se um conjunto de técnicas econométricas que permitem analisar o comportamento dos agentes de interesse. Consideram-se aplicações práticas baseadas em dados reais e com recurso a software adequado, de forma a desenvolver nos alunos a capacidade de estudo de problemas empíricos no âmbito económico e empresarial. É um factor negativo de que em 60% que corresponde com 3 universidades não se ministra econometria como discíplina.

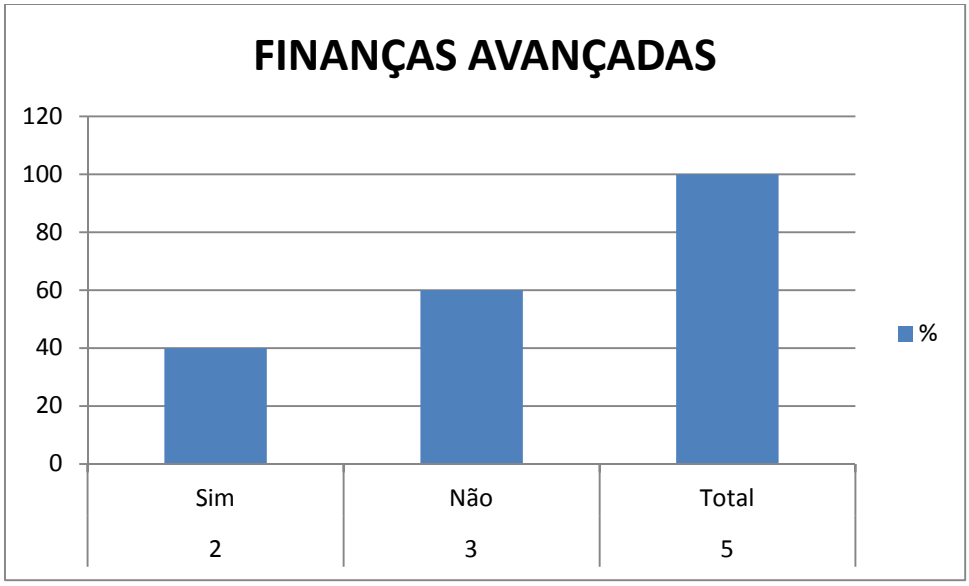
- **Finanças empresariais avançadas**

Das instituições selecionadas em finanças empresarias avançadas, ministram: A definição de estrutura de capital das empresas; Modelos de avaliação das empresas; A estrutura financeira das empresas e requisitos de financiamento nos mecanismos tradicionais; Engenharia financeira; Mecanismos de financiamento e operações internacionais; Fusão de empresas.

Tabela 5. Finanças empresariais avançadas

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 5 - finanças empresariais avançadas



Do total de 5 instituições selecionadas em duas delas (equivalente a 40%) é ministrada esta disciplina, não acontece assim em 3 restantes (60%).

Fazer com que a questão da avaliação de empresas e investimentos possa ser equacionada de forma racional; Avaliar a racionalidade dos diversos modelos de avaliação de empresas; Saber estruturar projetos e alinhavar a sua execução de acordo com as opções de financiamento, os rácios de capitais próprios e percebem a engenharia financeira e a sua importância; Conhecer os

instrumentos de financiamento de investimentos que podemos utilizar em função das características dos investimentos projetados; Percepcionar a importância da fusão de empresas na criação de valor para o accionista e perceber a sua operacionalização.

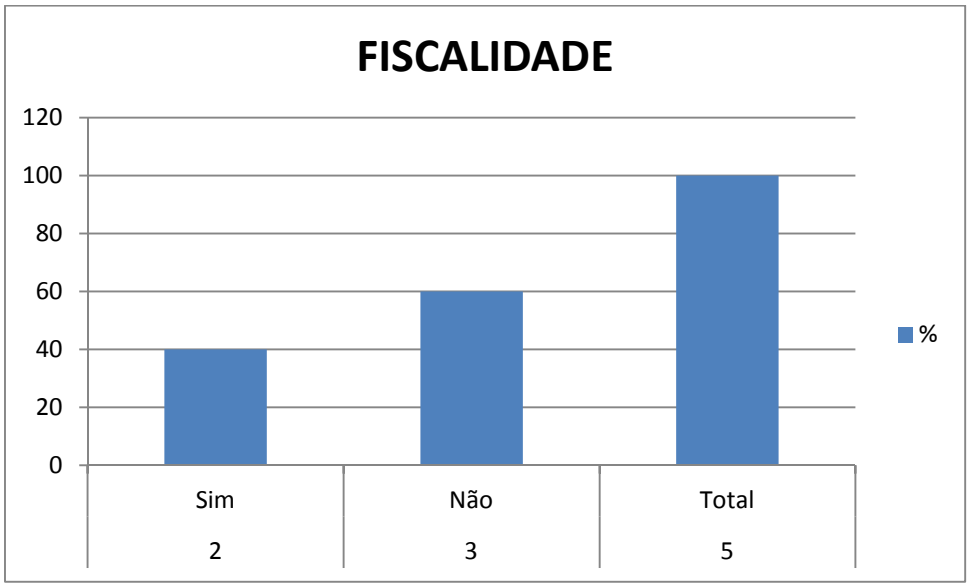
- **Fiscalidade**

Das instituições selecionadas em fiscalidade ministram: Direito fiscal, direito dos impostos, o sujeito passivo da obrigação fiscal, impostos aplicáveis ao sistema financeiro bancário.

Tabela 6 - Fiscalidade

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 6. Fiscalidade



No que respeita o módulo fiscalidade observou-se que é dada em 2 (equivalente a 40%), e não em 3 (60%). Nas sociedades contemporâneas é cada vez maior a dependência da vertente fiscal na tomada das decisões dos gestores. Uma boa percepção dessa envolvente torna-se numa importante

vantagem para os responsáveis das empresas, independentemente da sua área funcional.

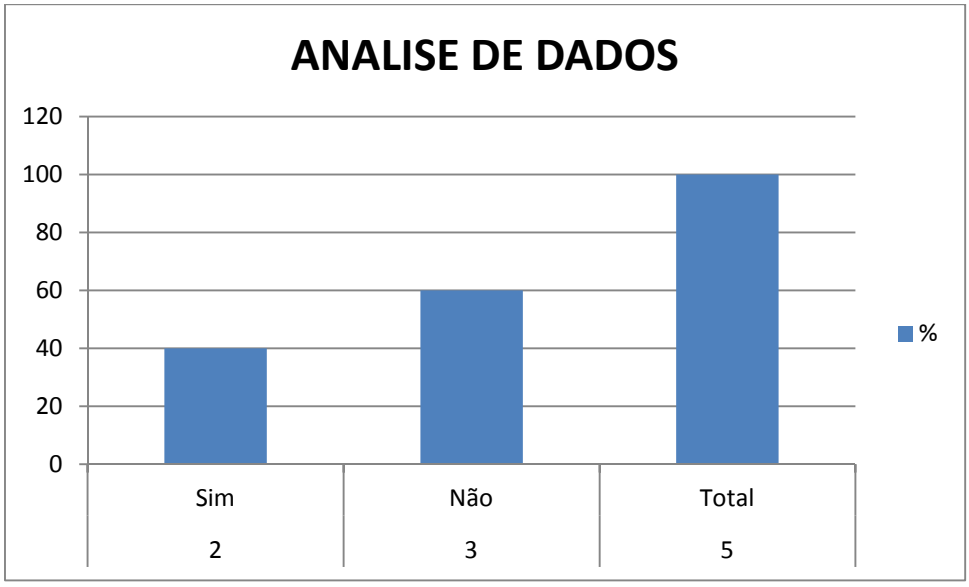
- **Análise de dados**

Das instituições selecionadas as que têm análise de dados ministram: Tipos de Dados, análise de Correlação, análise de regressão simples, análise de regressão múltipla, tópicos de Econometria, análise de Séries Temporais, Conceitos básicos de estatística descritiva.

Tabela 7 - Análise de dados

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 7. Análise de dados



Os resultados mostram que entre 5 instituições selecionadas só em 2 (40%) se ministra esta disciplina. Fazendo com que os alunos sejam capazes de elaborar uma análise descritiva dos dados estatísticos recolhidos fazendo o tratamento dos mesmos e interpretando o seu significado.

- **Métodos de investigação**

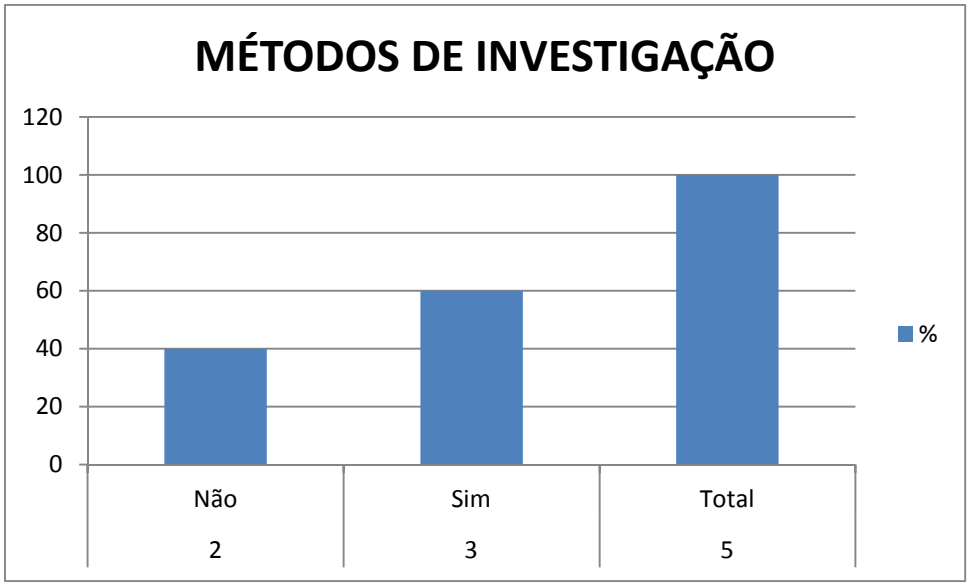
Das instituições selecionada as que tratam de Métodos de Investigação ministram: Noções de pesquisa e recuperação da informação em base de

dados e Web; Noções de citação e descrição bibliográfica, elaboração e apresentação formal de trabalhos académicos: *papers*, *case studies*, dissertações; Questões éticas da investigação; Estrutura do projecto de investigação; A delimitação do problema e das questões de investigação; O enquadramento teórico; O debate quantitativo/quantidade; A amostragem; As técnicas de recolha de dados; A análise de dados.

Tabela 8 - Métodos de investigação

Quantidade	Opção	%
2	Não	40
3	Sim	60
5	Total	100

Gráfico 8 - métodos de investigação



O objectivo principal da unidade curricular de Metodologias de Investigação consiste no desenvolvimento das competências teóricas e técnicas necessárias para a prática da investigação científica no domínio das ciências sociais.

b) Mesma terminologia conteúdos diferentes

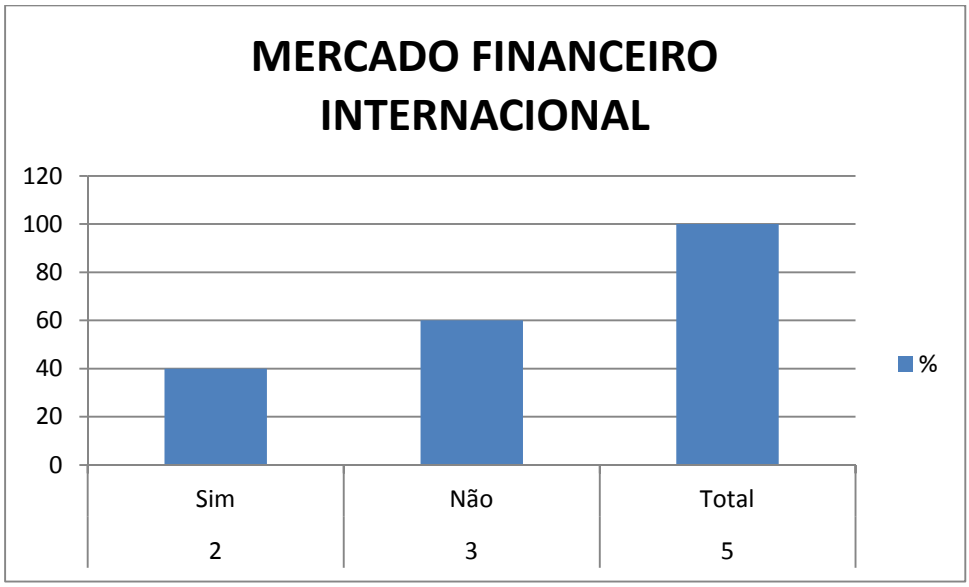
- **Mercado financeiro internacional**, na Universidade Agostinho Neto e Universidade Lusíada de Angola, A Universidade Agostinho Neto,

ministra: operações internacionais de emissão de dívida; os GMTN; O *rating; Swaps*, Titularização; sindicatos bancários internacionais; arbitragem internacional, o regulamento Roma I e as operações financeiras internacionais. Enquanto na Universidade Lusíada de Angola se ministra: introdução aos estudos do mercado financeiros; o mercado cambial e a determinação da taxa de câmbio; taxa de câmbio e o investimento financeiro internacionais; regimes cambiais; crises cambiais e financeiras.

Tabela 9. Mercado financeiro internacional

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 9. Mercado financeiro internacional



Em 2 (40%) dos casos pelo menos um faz com que o estudante toma contacto com o funcionamento de mercados financeiros-chave, sendo a especial tónica sobre o mercado de câmbios, familiarizando-se com papel de vários participantes no mercado, refletindo sobre o impacto das suas acções, aumentando a sua preparação para trabalhar em empresas financeiras, em

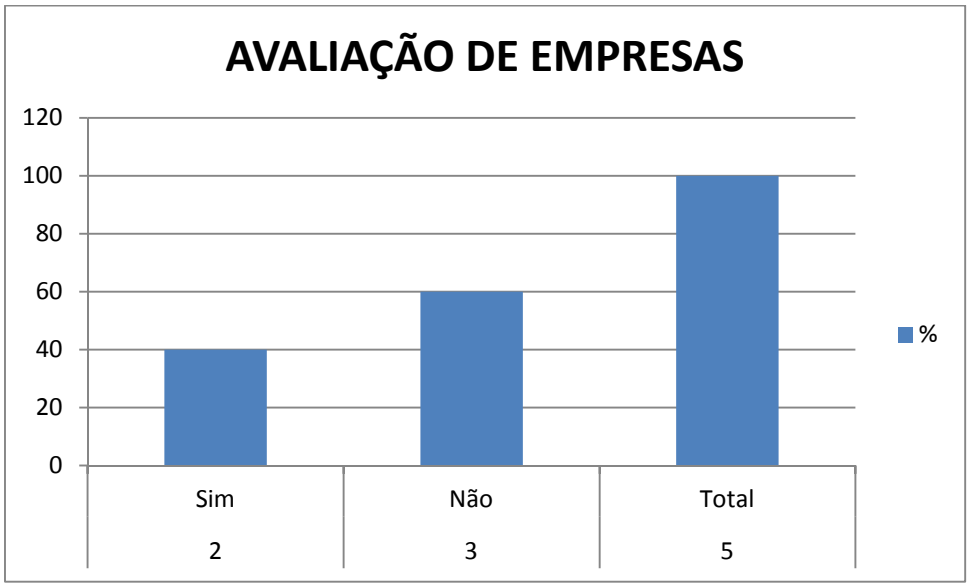
organizações internacionais, em empresas envolvidas na economia global, em empresas de consultório ou jornalismo que façam análise de aspectos relacionados com a política económica internacional.

- **Avaliação de empresas**, na Universidade Católica ministra os seguintes conteúdos programáticos: Métodos dos dividendos, Métodos dos múltiplos de mercado, Métodos baseados no custo de reposição dos ativos, Métodos dos meios libertos atualizado, Avaliação de negócios através de opções reias; A estimação do custo do capital da empresa, Casos práticos de avaliação de empresas. Enquanto a Universidade Metodista de Angola ministra os seguintes conteúdos: A decisão de investimento, A decisão de financiamento e a estrutura de capitais, A decisão de distribuição de lucros.

Tabela 10. Avaliação de empresas

Quantidade	Opção	%
2	Sim	40
3	Não	60
5	Total	100

Gráfico 10. Avaliação de empresas



c) Terminologia diferente mesmos conteúdos

Das cinco instituições selecionadas uma trata gestão financeira e projecto e outra trata de avaliação das decisões de investimento. Ministram os seguintes conteúdos: Tipos de investimento e faseamento de análise, avaliação económica – financeiras de projecto, análises de risco, operações incorporadas na decisão de investimento, a decisão de financiamento.

Das instituições selecionadas duas tratam de métodos de investigação, e outra trata de seminários financeiros de investigação.

d) Caso em que uma instituição tem como disciplina e a outra como subtema de disciplina.

- Derivados é ministrado como disciplina na Cespu-Finanças e é ministrada como subtema da disciplina de mercado de capitais, na universidade Agostinho Neto.
- Avaliação de empresas é dada na Universidade Metodista de Angola e Universidade Católica como disciplina e como subtema da disciplina finança empresariais avançada na Cespu – Finanças.
- Futuro e opções é dado como disciplina na Universidade Metodista de Angola, enquanto opções é dado dentro de derivados na disciplina de financiamento Mercados financeiros na Universidade Católica, opções é dado como subtema da disciplina gestão de carteiras na Cespu – finanças e futuros como subtema de derivados na Cespu – finanças.
- Econometria é dada como disciplina nas Universidades Lusíada e Metodista enquanto na Cespu é dada dentro de Métodos quantitativos e ainda na Metodista dentro de análise de dados.

4.4.2. Resultado da análise da comparação dos conteúdos por disciplinas

Tabela 11. Análise comparativa dos conteúdos por disciplinas

DISCIPLINA	CONTEÚDO POR DISCIPLINA	UNIVERSIDADES				
		AGOSTINHO NETO	METODISTA	LUSÍADA	CATÓLICA	CESPU FINANÇAS
ANÁLISE DE DADOS	Conceitos básicos de estatística descritiva	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Tipos de dados	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Análise de Correlação	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Regressão linear	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Análise de séries temporais	Não	Sim	Não	Não	Sim
	Deflação de séries cronológicas	Não	Não	Não	Não	Sim
MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	Noções de pesquisa e recuperação da informação em bases de dados e web.	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	Normas de estação e descrição bibliográficas. Elaboração e apresentação formal de trabalhos académicas *papers*, case *studies*, dissertações	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	Questões éticos da investigação	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	A delimitação do problema e das questões de investigação	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	O enquadramento teórico	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	O debate quantitativo / qualitativo	Não	Sim	Sim	Não	Sim

	A amostragem	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	As técnicas de recolha de dados	Não	Sim	Sim	Não	Sim
	A análise de dados	Não	Sim	Sim	Não	Sim
MÉTODOS QUANTITATIVOS	Inferência estatística	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Revisão de métodos estatísticos	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Ecometria	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Modelo de regressão linear simples	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Modelo de regressão linear múltiplo	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Multicolineariedade	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Heteroscedasticidade	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Auto correlação	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Modelos de regressão não linear	Não	Não	Sim	Não	Sim
ECONOMETRIA	Revisão do modelo de regressão múltipla c/ dados seccionais	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Estimação e inferência pelo método dos mínimos quadrados	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Estimação e inferência pelo método da máxima verosimilhança	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Modelos com variável dependente discreta e limitada	Não	Sim	Sim	Não	Não
	Modelos de séries temporais univariados	Não	Sim	Não	Não	Não
	Modelos de series temporais multivariados	Não	Sim	Não	Não	Não

	Tópicos avançados de séries temporais - Teste de raízes unitárias / Co-integração	Não	Sim	Sim	Não	Não
ESTATÍSTICA	- Estatística descritiva	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Probabilidades	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Parâmetros das variáveis aleatórias	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Teoria de estimação	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Estimação pontual de parâmetros	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Estimação de Parâmetros por intervalos	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Análise de variâncias (ANOVA)	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Correlação e regressão	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Análise de séries temporais	Sim	Não	Não	Sim	Não
	- Números índices.	Sim	Não	Não	sim	Não

A tabela - 11 ilustra a comparação entre os conteúdos das disciplinas que dão consistência nos conteúdos relacionados com modelos de previsão. Esta mostra que existe concordância e discordâncias em termos de conteúdos das disciplinas em causa, como se detalha a seguir:

A disciplina de Análise de Dados, que faz com que os alunos tenham: capacidade de trabalhar em equipa nas organizações, competência para a aprendizagem ao longo da vida, auto organização de desempenho, iniciativa e espírito empreendedor, capacidade de tomada de decisão e resolução de problemas relacionados com uma análise estatística, capacidade de gestão em tempo oportuno, capacidade de delinear, planear e conduzir processos de investigação e confrontação dos resultados com os factos observados, capacidade de construção de modelos e espírito crítico, capacidade de expressão oral e escrita e aptidão na transmissão e recepção de ideias e informação, capacidade de crítica e autocrítica com vista à melhoria contínua, capacidade de raciocínio integrado, capacidade de implementação e utilização das tecnologias de informação e de comunicação de suporte à decisão, adequada e sólida formação em metodologias quantitativas, competências específicas de suporte à gestão no âmbito da análise estatística e tecnologias de informação, saber manusear, aplicar e implementar métodos, técnicas e instrumentos de análise estatística, demonstração de competência para prosseguir os estudos de formação de ciclos mais avançados.

Nesta disciplina as instituições convergem em: Conceitos básicos de estatística descritiva; Tipos de dados; Análise de Correlação: coeficiente de correlação de pearson e coeficiente de correlação de Spearman; Regressão linear: hipóteses do modelo de regressão simples, método dos mínimos quadrados, método da máxima verossimilhança, análise de variância, inferência na análise de regressão simples, previsão na análise de regressão simples; Análise de séries temporais, Deflação de séries cronológicas.

As Instituições Divergem em: A Universidade Metodista, em análise de correlação, para além do coeficiente de Pearson também fala de coeficiente de correlação de Spearman enquanto a Cespu fala de tipos de correlação linear.
Na regressão linear a Cespu também fala da avaliação da qualidade de ajustamento.

A Metodista, para além do modelo de regressão simples, também fala da regressão múltipla.

Sobre séries temporais a Cespu, fala de séries cronológicas onde destacam: valores reais e valores nominais, valores e preços correntes e a preços constantes, o efeito de inflação e IPC (índice de preço de consumidor).

A Metodista, fala de análise de séries temporais onde estudam teste de estacionaridade, teste de independência, teste de linearidade, modelo ARIMA, e outros modelos.

A Metodista, trata de tópicos de econometria, onde estudam: transformação lineares, variáveis explicativas qualitativos, testes a normalidade, testes à heteroscedasticidade, testes a autocorrelação dos resíduos, testes à multicolineariedade, problemas de especificação e outros modelos.

A Cespu, fala de sucessões cronológicas: definição, componentes, tendências, sazonalidade.

Na disciplina de Métodos de Investigação onde os alunos adquirem competências teóricas e técnicas necessárias para a prática da investigação científica no domínio das ciências sociais com capacidade de: Elaborar uma pesquisa de informação e recuperar informação adequada às necessidades de investigação, citar correctamente as fontes utilizadas e apresentar listas bibliográficas, conhecer e compreender os principais instrumentos de investigação, elaborar um projecto normalizado, equacionar e delimitar um problema em estudo, situando-o teoricamente e analisando de forma crítica as investigações de que foi objeto, identificar e selecionar os métodos mais adequados a cada tipo de investigação, construir e executar um plano de investigação, respeitando as condições necessárias ao estabelecimento da validade dos resultados.

Nesta disciplina, são tratados os seguintes conteúdos: Noções de pesquisa e recuperação da informação em bases de dados e Web, Normas de citação e descrição bibliográfica, elaboração e apresentação formal de trabalhos académicos*: papers, case studies,* dissertações; Questões éticas da investigação: O consentimento informado, confidencialidade e anonimato, Questões de poder em investigação; A estrutura do projecto de investigação, a delimitação do problema e das questões de investigação; O enquadramento

teórico; o debate quantitativo/qualitativo; a amostragem; as técnicas de recolha de dados; a análise de dados.

Na disciplina de Métodos Quantitavos, esta disciplina que faz com que os alunos tenham conhecimentos que, no âmbito da Estatística Multivariada, possam contribuir para a resolução de alguns dos seus problemas profissionais, nomeadamente, através da utilização de métodos de análise de dados multivariados que proporcionam uma tomada de decisão mais adequada com capacidade para que, de forma crítica, compreendam os princípios, conceitos e técnicas associadas à estatística multivariada; selecionem e organizem a informação; reconheçam as condições de aplicação das técnicas de análise multivariada de dados; saibam utilizar testes de hipóteses em populações normais multivariadas; utilizem o *software* estatístico SPSS; interpretem resultados de problemas da sua área e apliquem instrumentos da estatística multivariada na sua actividade profissional.

Desta disciplina os alunos buscam os seguintes conteúdos: Na inferência estatística falam de estimadores em uma amostra finita, estimador não enviesado, estimador consistente e estimador não enviesado eficiente; revisão de métodos inferenciais em estatística univariada; as revisões de probabilidades: variáveis aleatórias (discretas ou continuas), função distribuição (discreta), poison, função densidade probabilidades (contínua), função distribuição, média ou valor esperado, variância, covariância, coeficiente de correlação, distribuição normal, variável normal estandardizada, a terminologia, distribuição qui-quadrado, distribuição T de Student, distribuição F (Fisher); nas revisões de otimização: procurar o ponto que maximiza ou minimiza a função, as condições para um ótimo; nas revisões de diferenciação: para uma variável, para vectores; nas revisões de matrizes: solução de um sistema de equações lineares, matrizes, vectores, vector linha, vector coluna, dimensão de uma matriz, matriz quadrada, matriz simétrica, matriz diagonal, matriz identidade, matriz triangular, igualdade de matrizes, transposta de uma matriz, transposta de um vector, operação de matrizes; econometria: de modelo de regressão linear simples, modelo de regressão linear múltiplo, multicolineariedade, heteroscedasticidade, autocorrelação e modelos de regressão não linear.

Diferem-se em que a Universidade Lusíada em métodos quantitativos para além dos conteúdos citados também trata de característica do trabalho

empírico, análise e reconstrução de processos empíricos e aplicação ao mercado financeiro.

Na disciplina de Econometria os estudantes buscam conhecimentos na base de revisão do modelo de regressão múltipla com dados seccionais: Estimação e inferência pelo método dos mínimos quadrados, estimação e inferência pelos métodos da máxima verosimilhança e da quase máxima verosimilhança; modelos com variável dependente discreta e limitada: modelos para escolhas binárias, modelos para escolhas múltiplas, modelos para dados de contagem, modelos para proporções, modelos a duas partes, modelo tobit, modelos para amostras com selecção; modelos com dados de painel: modelo de efeitos fixos, modelo de efeitos aleatórios, análise de especificação; modelos de séries temporais univariados, características gerais dos processos estocásticos, processos estacionários, processos não estacionários, métodos de estacionarização de uma série, testes de raízes unitárias; modelos de séries temporais multivariados: especificação e avaliação, regressão espúria e estimação do modelo, cointegração, sistemas VAR, exogeneidade e causalidade.

A diferença que existe é que em modelo de regressão múltipla com dados seccionais para além do conteúdo ministrado a Universidade Lusíada, também trata de método de estimação OLS, variáveis instrumentais e GMM. Os conteúdos de séries temporais univariados e multivariados que são ministrados na Universidade Metodista, na Universidade Lusíada são ministrados em métodos quantitativos. A disciplina de Econometria na Cespu é dada dentro da disciplina de métodos quantitativos.

Quanto às Universidades Agostinho Neto e Católica de Angola, não consta do seu programa do pós-graduação nenhuma destas quatro disciplina, mas no entanto elas têm no seu programa dos curso de licenciatura a disciplina de: A Universidade Agostinho Neto a disciplina de Econometria onde tratam os seguintes conteúdos: Regressão simples: relação determinista, relação estocástica; regressão múltipla: pressupostos básicos, derivação de equações normais necessárias para calcular os coeficientes de uma função; uso de determinantes para resolver sistemas de equações: a regra de Crammer, o método de inverno, o método pivotal ou de eliminação de gauss, outros métodos casos aplicados; testes de hipótese: T- Teste, F – Teste; coeficiente

de determinação quadrado (R^2); intervalo de confiança para os parâmetros; apresentação dos resultados de regressão; violação dos pressupostos básicos e soluções: heteroscedasticidade (o uso do teste Breusch Pagan, de Goldfeld-Quandt, e do teste de White, uso de gráficos, de resíduos dummies, etc.; teste de ausência de Auto regressão (a estatística de Durbin-Watson e outros métodos; soluções possíveis: transformação da equação em causa, ou transformação através logaritmos; perturbações Autorregressivas, estimação interativa, de duas etapas (biopatica), método de Durbin, o uso das primeiras diferenças, teste de multicolineariedade, o uso da matriz de correlação, uso do determinante, soluções possíveis: identificação da causalidade e sua correção etc.; formas funcionais de modelos econométricos: regressão múltipla-extensões (o modelo de Logit e a sua estimação, variáveis independentes não quantificáveis dummies de 0,1;dummies de 0,1,2 etc.); equações simultâneas: caso de correlação entre variáveis independentes e o erro, casos de erros nas ambas variáveis (dependente e independente); identificação: order condictions (condições necessárias); Rank condictions (condições suficientes); outros e diversos métodos avançados de estimação (e.g. MLE); omissão de uma variável importante; etc.

Disciplinas de Estatística I lecionam: estatística descritiva: conceitos fundamentais (população amostra),distribuição de frequências, medidas de estatística descritiva; probabilidades: revisões, experiencias aleatórias, espaço de resultados, conceitos de probabilidades, probabilidade condicionada independência; parâmetros das variáveis aleatórias: parâmetros de localização, momentos ordinários e centrados, parâmetros de dispersão e parâmetros de associação (covariância e coeficiente de correlação).

Estatística II lecionam: Teoria de estimação: noções de inferência estatística (tipos de amostragem, distribuições amostrais, distribuições normal, qui-quadrado, Student e Fisher, médias, diferenças de proporções e razão de variâncias); estimação pontual de parâmetros: definições, estimação, estimador, estimativa, propriedades de estimadores; estimação de parâmetros por intervalos: definições, intervalos de confiança, princípio, intervalos de confiança para média, variâncias, proporções, intervalos de confiança para diferenças de duas proporções; intervalo de confiança para razão de duas variâncias; análise de variâncias (ANOVA): conceitos básicos, princípios,

análise de variância simples, soma de quadrados (entre e dentro dos grupos), graus de liberdade (entre e dentro dos grupos), variâncias entre e dentro de grupos, valor do teste, comparação e tomada de decisão, quadro de análise de variância; correlação e regressão: diagrama de dispersão, regressão linear simples (o método dos mínimos quadrados), correlação linear, coeficientes de determinação e análise de variância; análise das séries temporais: introdução, definição, componentes de uma série temporal, análise da tendência (método dos mínimos quadrados) métodos dos meios móveis), análise da componente sazonal (método da percentagem média) cálculo dos índices sazonais, análise da componente clinica; números índices: introdução, tipos de números índices, índices simples, propriedades, índices compostos ou agregados, índices compósitos ou sintéticos, manipulação dos números índices, deflação de séries temporais [o índice de preço do consumidor (IPC) e alguns problemas na determinação do (IPC)].

Quanto à Universidade Católica, na disciplina de estatística lecionam os seguintes conteúdos: O uso da estatística na economia e gestão; apresentação de dados; medidas descritivas para população e amostras: média aritmética e média ponderada, mediana e moda, relação entre moda média e mediana, critérios matemáticos associados com a média, mediana e moda, percentis e quartis como medidas parciais, medidas de dispersão: amplitudes e amplitudes modificadas; variância e desvio padrão, aplicação do desvio padrão, o desvio padrão para dados agrupados, probabilidades, definições: acontecimentos mutuamente exclusivos, não exclusivos, e regras de adição, eventos independentes, e probabilidade condicional, regras de multiplicação e de ocorrência conjunta de dois acontecimentos, teorema de bayes, tabela de probabilidades conjuntas, probabilidades marginais, métodos de contagem para determinação dos resultados; variáveis aleatórias discretas: distribuição de probabilidades, binomial, hipergeométrica, aproximação pela binomial aos valores das probabilidades da hipergeométrica, poisson; distribuição normal de probabilidades: distribuição de probabilidades para variáveis aleatórias uniformes, distribuídas (contínuas), distribuição normal, pontos percentuais para variáveis distribuídas normalmente; distribuição da amostra e intervalos de confiança para média da população: distribuição da média amostral, teorema do limite central, intervalos de confiança para a média, usando a distribuição

anormal, determinação do tamanho necessário da amostra; distribuição da amostra e intervalos de confiança para média da população: distribuição “t” de Student, intervalos de confiança para a média usando a distribuição “t” de Student; outros intervalos de confiança; hipóteses de teste respeitantes à média da população: pela “normal”, pela “t” de Student; outras hipóteses de teste, análise da variância; análise de séries temporais: modelo clássico, análise de flutuações cíclicas, medidas das variações sazonais, aplicação de ajustamentos sazonais; métodos estatísticos não paramétricos; análise de regressão e de correlação.

5. CONCLUSÕES

As considerações e conclusões tidas como pertinentes foram já enunciadas ao longo do trabalho. Assim nesta secção procurar-se-á sobretudo efectuar a respectiva listagem ou síntese e sumariar os aspectos essenciais do trabalho que se desenvolveu.

Esta pesquisa analisou programas curriculares de 5 instituições do ensino superior correspondente aos cursos de pós-graduação e mestrados, para identificar os conteúdos que sustentam os modelos de previsão, através de um estudo comparativo entre as disciplinas e os conteúdos das distintas instituições.

A partir da análise realizada aos programas da amostra, concluiu-se que, em geral, consideram-se definidos os objectivos e que todos concorrem para o mesmo fim que é: destinam-se a empresários e quadro médios com envolvimento nas tomadas de decisões financeiras, dotando os estudantes de boas práticas e ferramentas necessárias a uma gestão eficaz, tendo em conta a mudança contínua, a globalização e o desenvolvimento sustentável. Para além da valorização pessoal e/ou institucional, a pós graduação permitirá aos jovens licenciados, em momentos de opção de percurso profissional, optar por adquirir competências numa área de suporte e de desenvolvimento fundamental para a organizações actuais, sejam estas privadas ou públicas.

Na análise feita pela comparação por disciplinas estes revelam que existem disciplinas com mesma terminologia e mesmos conteúdos, algumas divergências pelo facto de aparecerem entre instituições disciplinas com o mesmo nome e conteúdos diferentes, e o caso de algumas disciplinas aparecerem como subtema de disciplinas de outras instituições.

Sendo os métodos de previsão para a gestão um instrumento útil e valioso para profissionais e estudantes de gestão, recursos humanos, economia, finanças e outros campos em que os métodos econométricos e de previsão são relevantes, para maior eficácia e eficiência no processo de tomada de decisão (Caiado 2011) os técnicos buscam nos cursos de pós-graduação conhecimentos para tal efeito nas disciplinas de métodos quantitativos, análise de dados, econometria e métodos de investigação, onde

com os conhecimentos adquiridos na disciplina de econometria os alunos conseguem especificar adequadamente algumas das formas funcionais econométricas mais usuais; inserir variáveis especiais aos modelos; diagnosticar a presença de multicolineariedade, autocorrelação, e heteroscedasticidade, bem como avaliar e aplicar os testes e tratamento para as correções desses problemas em modelos econométricos.

Na disciplina de análise de dados, esta unidade curricular, de índole teórico-prática faz com que os alunos obtenham formação ao nível de tópicos específicos de econometria e de séries temporais. São alvo de análise alguns tópicos de Econometria, nomeadamente a verificação das hipóteses do modelo clássico de regressão linear, as transformações lineares, os modelos de escolha qualitativa e os modelos de escolha binária. São utilizados programas informáticos para aplicar os modelos apresentados.

A disciplina de métodos quantitativos faz com que os alunos tenham conhecimentos que, no âmbito da Estatística Multivariada, possam contribuir para a resolução de alguns dos seus problemas profissionais, nomeadamente, através da utilização de métodos de análise de dados multivariados que proporcionam uma tomada de decisão mais adequada.

Na disciplina de métodos de investigação adquirirem ferramentas adequadas para a elaboração de trabalhos científicos.

Os modelos econométricos utilizados em estudos empíricos de gestão, marketing, economias, e outras ciências empresariais são baseadas em técnicas de regressão, deste modo é importante que os alunos no seu desempenho no uso dos modelos de previsão como solução dos seus problemas.

Na análise comparativa dos conteúdos das disciplinas verifica-se que as premissas teóricas que sustentam os modelos de previsão encontram-se nas disciplinas de métodos quantitativos, econometria, análise de dados e métodos de investigação.

Ainda nesta análise dos conteúdos por disciplinas também conclui-se que das instituições selecionadas a universidade Metodista é a que apresenta um programa mais eficiente a cerca das disciplinas que dão consistência aos conteúdos relacionados com modelos de previsão.

Sugestão: Do ponto de vista da investigadora face a estas situações tendo em conta as disparidades encontradas nas várias instituições uma vez que estas concorrem para o mesmo fim de maneiras a uniformizar os conteúdos sobre métodos de previsão pela sua imensurável importância para os estudantes dos referidos cursos seria viável em todos os programas constar pelo menos uma destas disciplinas senão todas de maneiras a dotar conhecimentos nesta área recomendação: este trabalho é de particular importância nas condições actuais de Angola, onde a formação das novas gerações deve dar resposta á preparação dos protagonistas no processo de desenvolvimento da nação.

- Recomenda-se que se desenvolva outros trabalhos para mestrados, com ideias semelhantes em temas modelos de previsão.

- Que se faça um trabalho no sentido de estudo metodológico sobre modelos de previsão.

- Recomenda-se também que os gestores no desempenho das suas atividades façam o uso dos modelos de previsão.

BIBLIOGRAFIA

- ALENCAR, B. K. Modelos de previsão da inflação: Uma análise comparativa no curto prazo. Dissertação apresentada ao curso de mestrado profissionalizante em economia como requisito parcial de obtenção do grau de mestre em economia, na área de administração economia empresarial, Rio de janeiro 2006.
- BACCI, L. A. Combinação de métodos de series temporais para previsão da demanda de café no Brasil. Dissertação apresentada na universidade federal de Itajubá-MG 2007.
- CAIADO, Aníbal Campos. & CAIADO, Jorge. Gestão de instituições financeiras. 2ª ed., Revista e atualizada, Edições silabo, Lisboa 2008.

- CAIADO, Jorge. Métodos de previsão em gestão com aplicações em Excel, Edições Silabo, Lisboa 2011.
- CARVALHO, José Eduardo. Metodologia do trabalho científico.2ª ed, Escolar editora, Lisboa 2009
- COSTA, Manuel Fernandes. "As missões portuguesas e o ensino no Ultramar", *Boletim Geral do Ultramar*, 480, 1965, pp. 51-70;
- CAPITULO III- SÉRIES TEMPORAIS. Disponível em WWW. Esp.ufsc.br/disserta 96/Muller/cap3.htm. Acesso 17/08/2012
- DA SILVA, Elisete Marques. O papel societal do sistema de ensino na Angola colonial (1926-1974) ", *Kulonga: Revista de Ciências da Educação e Estudos Multidisciplinares* (Luanda, Nº. Especial, 2003, pág. 51 – 75)
- DOS SANTOS, Martins. & DA SILVA, Elisete Marques. *História do Ensino em Angola*, Luanda. Ed. Dos Serviços de Educação, 1970
- Estatísticas internas do MESCT e Diário da República
- Estatísticas internas do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, 2011

- FERREIRA, Eduardo de Sousa. *Portuguese Colonialism in Africa: The end of an era*, Paris: UNESCO, 1974

- JUNIOR, Albino Mileski. Análise de métodos de previsão de demanda baseados em series temporais em uma empresa do sector de perfumes e cosméticos. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia de produção e sistemas como requisito parcial para obtenção do título de mestre da pontifícia universidade católica do paraná. Curitiba 2007.
- LIMA, Fabiano Gausti. Modelos de previsão de series temporais financeiras e combinação de filtros de kolman e Wavelets. Tese apresentada ao concurso de livre docência no departamento de contabilidade da faculdade de economia de Ribeirão Preto, universidade de São Paulo, Brasil 2011.
- LOUSÃ, A., PEREIA, A. P. & LAMBERT, R. Técnicas de organização empresarial, Bloco I, Porto Editora.
- MANSFIELD, Edwin. Economia empresarial, teoria, aplicação, e casos. Coleção ciência e técnica, Instituto Piaget, Divisão Editorial.2000
- MITHÁ, Omar. Análise de projetos de investimento, escolar editora, Lisboa 2009.
- PEIXOTO, Pedro da silva. O uso de modelos econométricos em empresas. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de matemática aplicada, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em matemática aplicada e computacional com habilitação em estatística económica no instituto de matemática e estatística na universidade de são paulo,2005.
- Programas dos cursos de pós graduação de Finanças, Contabilidade, Economia e Gestão do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, República de Angola.
- Programas dos cursos de Licenciaturas de Contabilidade e Administração, Economia e Gestão de Empresas do Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, República de Angola.

- SARTORIS, A. Estatística e Introdução à Econometria, Saraiva editora, 2003.
- STEVENSON, W. J. Estatística aplicada à administração, harbra editora, 2001.

- Souza, I. V. Programação genética e combinação de preditores para previsão de séries tempo reais, tese de doutoramento apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de doutora em ciências. Programa de pós graduação em métodos numéricos em engenharia – programação – matemática, sectores de tecnologias e de ciências exatas, universidade federal de panará, Curitiba outubro 2006
- Wikipédia, enciclopédia livre. Disponível em http:// pt.wikipédia.org/wiki/ ficheiro: Series-temporal-aleatória-sazonal.png.acesso 17/08/2012 11:1

ANEXOS

ANEXO 1. ENTREVISTA AO RESPONSÁVEL DE CURSO

Solicito sua colaboração para poder desenvolver o meu trabalho de investigação que tem como tema: “modelos de previsão: uma revisão de literatura”. Tendo em conta o seu desempenho na direcção da instituição, estou ciente que suas reflexões serão de grande utilidade, pelo que desejaria que desse respostas as seguintes questões. Agradeço de antemão suas reflexões.

1. Em Vossa instituição tem curso de pós graduação?
2. A quanto tempo trabalha como responsável dos cursos de pós graduação?
3. A quanto tempo se ministra estes cursos? E quais são as especialidades?
4. Como posso ter aceso aos programas curriculares dos cursos de pós graduação?

ANEXO 2. TABELA DE PESQUISA 1

UNIVERSIDADE	CURSOS	DISCIPLINA
AGOSTINHO NETO	Pós-graduação em mercados financeiros	- Contexto macroeconomia - Sistema financeiro angolano - Operações bancarias - Seguros - Mercado de capitais - Gestão de instituições financeiras - Compliance - Fiscalidade das instituições financeiras - Contabilidade de instituições financeiras - Mercados financeiros internacionais - Arbitragem internacional
METODODISTA DE ANGOLA	Mestrado em finanças	- Finanças empresarial - Mercado financeiro e taxas de juros - Economia, capital de risco e financiamento da inovação - Metodologia de projecto - Investimento em activos financeiros

		- Análise de dados para negócios II (meto quantidade) - Avaliação de empresa - Futuros e opções - Finanças internacionais - Seminário de projecto
CATÓLICA DE ANGOLA	Pós-graduação em contabilidade e finanças empresariais	- Contabilidade financeira - Análise financeira - Contabilidade de custo - Avaliação das decisões de investimento - Planeamento e controlo orçamental - Fiscalização - Gestão de tesouraria e decisões de curto prazo - Avaliação de empresa - Financiamento e mercados financeiros - Business Plan & capital Bud gehing
LUSÍADA DE ANGOLA	Mestrado em economia	- Macroeconomia - Macroeconomia avançada - História do pensamento económico

		- Métodos quantitativos e instrumento computacionais - Tópicos avançados de macroeconomia - Economia monetária e financeira - Economia dos recursos humanos - Tópicos avançados de econometria - Mercados financeiros internacionais - Política pública e prospectiva - Políticas económicas - Seminários financeiros de investigação

ANEXO 3.TABELA DE PESQUISA 3

Nº	Disciplina	UNIVERSIDADES				
		Agostinho Neto	Metodista de Angola	Lusíada de Angola	Católica de Angola	Cespu- Formação Finanças
01	Análise de dados		X			X
02	Análise financeira				X	
03	Análise de dados para negócio II		X			X
04	Análise de relatório de contas					X
05	Avaliação de empresas		X		X	
06	Avaliação das decisões de investimento				X	
07	Arbitragem internacional	X				
08	Business Plan & capital bud getting				X	
09	Capital de risco e financiamento da inovação		X			
10	Contabilidade financeira	X			X	X
11	Contabilidade de custos				X	
12	Contabilidade de instituição	X			X	X

	financeira					
13	Compliance	X				
14	Contexto de macroeconomia	X				
15	Derivados					X
16	Econometria		X	X		
17	Economia dos recursos humanos			X		
18	Economia monetária e financeira			x		
19	Economia e finanças internacionais		X			X
20	Finanças empresariais avançadas		X			X
21	Finanças internacionais		X	X		X
22	Financiamento e mercados financeiros				X	
23	Fiscalização	X			X	
24	Fiscalização das instituições financeiras					
25	Futuros e opções		X			
26	Gestão financeira e projecto				X	X
27	Gestão de tesouraria e decisões de custo prazo				X	

28	Gestão de instituições financeiras	X				
29	Gestão de carteiras					X
30	Gestão do risco					X
31	História do pensamento económico			X		
32	Investimento em activos financeiros		X			
33	Mercados financeiros internacionais	X	X	X		X
34	Métodos quantitativos e instrumento computacionais			X		X
35	Mercados de capitais	X				
36	Macroeconomia			X		
37	Mercado financeiro e taxa de juro		X			
38	Microeconomia avançada			X		
39	Métodos de investigação		X	x		X
40	Noções fundamentais de contabilidade	X			X	X
41	Operações bancarias	X				
42	Políticas públicas e perspectivas			X		
43	Política económica			X		
44	Planeamento e controlo orçamental				X	

45	Produto e mercado de taxas de juros					X
46	Seguros	X				
47	Sistema financeiro angolano	X				
48	Seminário de projecto		X			
49	Tópicos avançados de macro economia			x		