

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MATEMÁTICA

**COMPARAÇÃO E AGRUPAMENTO DE EMPRESAS DE
TELECOMUNICAÇÃO DE ACORDO COM A AVALIAÇÃO DA ANATEL**

GUILHERME ALVARENGA LAIA

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Estatística da
Universidade Federal de Uberlândia
(UFU) como parte dos requisitos para
a conclusão do Curso de Bacharelado
em Estatística.**

UBERLÂNDIA - MG
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MATEMÁTICA

**COMPARAÇÃO E AGRUPAMENTO DE EMPRESAS DE
TELECOMUNICAÇÃO DE ACORDO COM A AVALIAÇÃO DA ANATEL**

GUILHERME ALVARENGA LAIA

Orientador:

Prof. Dr. LÚCIO BORGES ARAÚJO

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Estatística da
Universidade Federal de Uberlândia
(UFU) como parte dos requisitos para
a conclusão do Curso de Bacharelado
em Estatística.**

UBERLÂNDIA - MG

2016

GUILHERME ALVARENGA LAIA

Monografia defendida em 29 de Junho de 2016 e aprovada pela seguinte Banca
Examinadora:

Prof. Dr. Lúcio Borges de Araújo (ORIENTADOR)
Faculdade de Matemática – UFU

Prof. Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães
Faculdade de Matemática – UFU

Prof. Dr. Rogério de Melo Costa Pinto
Faculdade de Matemática – UFU

Dedico todo esse trabalho e formação ao meu pai, grande homem e de caráter inquestionável que me fez uma pessoa responsável e determinada. Por ele eu cheguei até aqui e almejo um lugar mais além.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a toda à minha família por ter me dado força e determinação para chegar até o fim desta longa jornada. Pais, irmãos, esposa e amigos pelo apoio e paciência durante todo o curso.

A esta universidade de grande nome, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte incomparavelmente superior.

Ao meu orientador Lúcio, por toda a paciência e suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, incentivos e, acima de tudo, inesgotáveis ensinamentos.

RESUMO

O mercado de telecomunicação está entre os mais concorridos, visto que são muitas empresas que buscam espaços em áreas de concessão. A ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) é o órgão que fiscaliza e regulamenta todas as empresas do ramo por meio de indicadores. A análise multivariada busca encontrar e separar indivíduos em grupos estatisticamente iguais. A ANOVA basicamente divide a variabilidade entre grupos e variabilidade dentro dos grupos, e compara as duas. O método das k-médias é um método de agrupamento que objetiva particionar n observações dentre k grupos onde cada observação pertence ao grupo mais próximo da média. O objetivo deste trabalho é agrupar as empresas similares e estudar quais delas progrediram e quais regrediram com relação a seus indicadores. A estatística descritiva mostrou que Algar Telecom, Claro, Vivo e Tim melhoraram de um ano para outro, enquanto a Oi foi a única que progrediu nos indicadores estudados. A análise de agrupamento hierárquica indicou que as empresas se dividem em três grupos, tanto em 2014 quanto em 2015, entretanto os grupos se formaram de maneira diferente para cada ano. A Algar foi a empresa que obteve os melhores scores em ambos os anos estudados, ao contrário da Oi, que foi a prestadora que apresentou os valores mais baixos na maioria dos indicadores.

Palavras-chave: Telecomunicação, indicadores ANATEL, análise multivariada, telefonia móvel.

ABSTRACT

The telecommunications market is among the most competitive, as are many companies seeking spaces in concession areas. ANATEL (National Telecommunications Agency) is the body that oversees and regulates all companies in the industry through indicators. Multivariate analysis seeks to find and separate individuals in statistically equal groups. ANOVA basically divides the variability between groups and variation within groups, and compares the two. The method of k-means clustering method is a partition which aims n observations from k groups where each observation belongs to the group closest to the average. The objective of this study is to group similar businesses and to study which of them progressed and which regressed with respect to indicators. Descriptive statistics showed that Algar Telecom, Claro, Vivo and Tim improved from year to year, while the Oi was the one who progressed in the studied indicators. The hierarchical cluster analysis indicated that businesses are divided into three groups, both in 2014 as in 2015, though the groups are formed differently for each year. Algar was the company that achieved the best scores in both years studied, unlike Oi, which was the provider that had the lowest values in most indicators.

Keywords: *Telecommunications, ANATEL indicators, multivariate analysis, mobile.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1) DESCRIÇÃO DOS DADOS	13
2.2) ANÁLISE ESTATÍSTICA	15
3. RESULTADOS	20
4. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	31

1) INTRODUÇÃO

O mercado de telecomunicações no século passado era direcionado principalmente pela evolução tecnológica com o intuito de melhorar a qualidade e capacidade de disponibilidade do serviço. Agora, o direcionamento do mesmo também está atrelado à necessidade dos provedores de serviço em incorporar mais serviços e facilidades aos seus usuários, principalmente pela popularização da internet. O que nota-se é a tendência de que os provedores disponibilizem cada vez mais seus serviços, onde o mesmo provedor disponibiliza voz, vídeo e dados aos seus clientes, com a facilidade de que estes serviços estejam disponíveis em qualquer momento e em qualquer lugar. Assim, está havendo uma convergência entre redes fixas e móveis.

Com o contínuo desenvolvimento da tecnologia da informação, o setor empresarial se alavanca cada vez mais, visto que muitos sistemas são constantemente automatizados. Isto faz com que o trabalho cotidiano se torne cada vez mais fácil, aumentando também a produtividade e garantindo uma melhor qualidade de vida e de trabalho para os colaboradores. Entretanto, para que tudo funcione como deve, é necessário que haja comunicação de forma rápida, precisa e interativa com pessoas que não estão próximas fisicamente, e a telefonia móvel é peça fundamental para isto acontecer.

A telefonia celular existe no Brasil há mais de 20 anos, e este é um dos maiores veículos de inclusão social no país. A acentuada queda nos preços dos serviços que nota-se ao longo dos anos colocou o celular como item indispensável na vida das famílias brasileiras. Moretti (2016) comenta que hoje a tecnologia móvel já está nos restaurantes ao fazer um pedido, nas grandes corporações para análise das vendas, para localizar vendedores e técnicos. Com a mão de obra automatizada, o retrabalho pode ser reduzido. Atividades que antes eram incumbidas a várias pessoas podem ser realizadas apenas por um, evitando assim erros primários. A redução do uso de papel é outro benefício dos sistemas móveis. Substituindo os papéis por aparelhos eletrônicos, a empresa além de economizar estará contribuindo para preservação do meio ambiente. Com toda essa tecnologia no sistema a empresa será vista como inovadora e moderna no mercado. Funcionários irão sentir que trabalham ou fazem parte de uma companhia que aposta na inovação para crescer e que oferece um serviço de qualidade. A

mobilidade, sem dúvidas, traz diversos benefícios, o que faz com que cada empresa precise saber com precisão quais são as reais necessidades e investir na solução correta.

No mercado atual, o Brasil se encontra na quarta posição entre os países com maior número de celulares (WIKIPÉDIA, 2016). Isto faz com que as empresas de telecomunicação invistam cada vez mais neste ramo, mesmo o Brasil possuindo a mais alta carga tributação das Américas. Com um cenário muito promissor, diversas empresas de telecomunicação vêm de outros continentes em busca de consolidar a expansão de seus negócios.

Minas Gerais é o quarto estado com maior área territorial e o segundo em quantidade de habitantes no Brasil, o que favorece e muito para que este seja um dos estados com o maior número de investidores no ramo de telecomunicação do país. Atualmente, o estado conta com cerca de 8 operadoras atuando, mas são 5 as que possuem destaque: Tim, Vivo, Claro, Oi e Algar.

A TIM (Telecom Italia Mobile) é uma empresa de telefonia móvel, sediada na Itália, mas que atua também no Brasil. É formada por três empresas: TIM Celular S.A., Intelig Telecom e AES Atimus. Todas pertencem à TIM participações, que é controlada pela TIM Brasil S.A. A holding brasileira é sediada na cidade do Rio de Janeiro e controlada pela TIM Internacional. Atualmente, a TIM possui pouco mais de 126 milhões de clientes (TIM, 2016).

Claro é uma empresa brasileira de telefonia celular, que se resultou da junção de seis operadoras. São elas Americel, ATL, BCP Nordeste, BCP SP, Claro Digital e TESS. É controlada pela empresa mexicana América Móvil, que é um dos maiores grupos de telefonia celular do mundo. No início de 2015, a Claro incorporou a Embratel e a Net, passando a ser uma companhia aberta de razão social Claro S. A. (CLARO, 2016). Entretanto, as marcas das empresas se mantiveram, situação oposta à da operadora Vivo. A Claro está entre as maiores operadoras do país em número de clientes, com mais de 60 milhões contabilizados, ficando atrás apenas das operadoras Tim, Vivo e Oi.

Já a Vivo S. A. é uma empresa brasileira de telefonia celular e também fixa, TV por assinatura e internet banda larga. Foi fundada pela Portugal Telecom e Telefônica. É composta pela junção das empresas Celular CRT Participações S/A, Tele Leste Celular Participações S/A, Tele Centro-Oeste Celular Participações S/A, Tele

Sudeste Celular Participações S/A, Telesp Celular Participações S/A e Global Telecom S/A. Possui cerca de 80 milhões de clientes no Brasil e é a operadora de telefonia celular com maior quota de mercado (VIVO, 2016).

A Oi é uma empresa de telefonia móvel fundada em 2002 como membro do Grupo Telemar, com atuação concentrada no norte do Brasil. Em 2007, a Oi anunciou a compra da empresa Amazônia Celular e passou a ser líder absoluta no norte do país. Atualmente a empresa possui mais de 75 milhões de clientes (OI, 2016). Foi a primeira do Brasil a usar tecnologia GSM, a primeira a acabar com a multa por mudança de operadora e a segunda a comercializar legalmente aparelhos desbloqueados, sendo a Algar Telecom a primeira delas.

A Algar Telecom é uma empresa de telecomunicações brasileira, com sede na cidade Uberlândia, em Minas Gerais. A empresa é caracterizada como a quinta maior empresa de telecomunicações no país. Atende a clientes dos ramos de varejo, micro e pequenas empresas, corporativo e operadoras. Com o objetivo de fortalecer sua expansão para o sul do país, em 2015 a Algar adquiriu a Optitel, que é uma empresa de telecomunicações sediada em Santa Catarina. A Algar Telecom hoje está presente nas principais regiões do Brasil, com 31 mil km de fibra óptica atendendo 1,3 milhão de clientes nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, além do Distrito Federal (ALGAR TELECOM, 2016).

O órgão que regulamenta e fiscaliza todas as empresas de telecomunicação é a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações), criada em 1997, se tornando assim a primeira agência reguladora instalada no Brasil. A Anatel monitora a qualidade do Serviço Móvel Pessoal (SMP), a Telefonia Móvel, por meio de indicadores operacionais. Por regulamento da Anatel todos os indicadores possuem metas nas quais todas as empresas devem cumprir mensalmente. Quando a empresa não cumpre a meta, uma multa é estipulada pela Anatel com base no *score* que a empresa alcançou neste indicador naquele mês. Ao fim do ano, caso a média de cada indicador fique abaixo da meta, a empresa recebe novamente uma multa para cada indicador proporcional ao *score* alcançado (ANATEL, 2016).

Com a concorrência cada vez mais acirrada e preparada, torna-se extremamente necessária uma análise profunda de dados dentro das empresas, com o

intuito de acertar cada vez mais nas tomadas de decisões e aperfeiçoar suas operações. Não obstante, a competitividade nas transações comerciais não pode mais se dissociar das condições inegavelmente apropriadas. Neste sentido, a consolidação das estruturas desafia a capacidade de equalização da gestão inovadora da qual fazemos parte.

O objetivo da análise de dados é organizar sistematicamente os dados de forma que possibilitem o fornecimento de respostas aos problemas investigados. Porém, devido aos vários canais de informações existentes, a quantidade de dados que são gerados e armazenados é muito grande, tornando-se muito difícil a análise de dados univariada, surgindo assim os métodos estatísticos multivariados (FÁVERO et al., 2009).

A análise de dados envolve a partição, identificação e medição das variações em um conjunto de variáveis, tanto entre elas ou entre a variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. A palavra chave é medição, porque o pesquisador não pode identificar uma variação a menos que ela seja capaz de ser medida. A medida é importante para representar de forma acurada o conceito de interesse e seu instrumental na seleção do método de análise multivariada apropriado (VIALI, 2016).

Os métodos estatísticos que são descritos em textos elementares são na maioria métodos univariados, pois tratam apenas da análise de variação em uma única variável aleatória (MANLY, 2004). Por outro lado, o ponto principal de uma análise multivariada é considerar várias variáveis relacionadas simultaneamente, sendo todas consideradas igualmente importantes, pelo menos no início.

A análise multivariada é um vasto campo, no qual até os estatísticos experientes movem-se cuidadosamente, devido esta ser uma área recente da ciência, pois já se descobriu muito sobre esta técnica estatística, mas muito ainda está para se descobrir (MAGNUSSON; MOURÃO, 2003).

Segundo Mingoti (2005), a Estatística Multivariada consiste em um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais várias variáveis são medidas simultaneamente, em cada elemento amostral. Em geral, as variáveis são correlacionadas entre si e quanto maior o número de variáveis, mais complexa se torna a análise por métodos comuns. Basicamente, a Estatística Multivariada se divide em dois grupos: o primeiro consiste em técnicas exploratórias de sintetização da estrutura da variabilidade dos dados; o segundo consiste em técnicas de inferência estatística.

A Estatística Multivariada se dispõe de várias técnicas de análise, cada uma com sua aplicação e particularidade. As principais técnicas são Análise Fatorial, Análise de Componentes Principais, Análise de Correlação Canônica, Análise Discriminante, Análise de Correspondência e Análise de Agrupamentos (*Clusters*), técnica esta conhecida também como Análise de Conglomerados.

A Análise de agrupamentos tem como objetivo dividir os elementos da amostra, ou população, em grupos da forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas características, segundo Mingoti (2005).

Para complementar, Lattin; Carroll; Green (2011) comentam que a maior parte da análise de agrupamentos é realizada com o objetivo de se tratar da heterogeneidade dos dados. Em vez de lidar com um grupo de observações amplamente divergentes, dividimos explicitamente o grupo em subconjuntos mais homogêneos. No entanto, separar os dados em subgrupos mais homogêneos não é a mesma coisa de encontrar agrupamentos que ocorram naturalmente. Atualmente existem muitos métodos para executar uma análise de agrupamentos. Existem técnicas de agrupamento hierárquicas e não hierárquicas. As hierárquicas são as que produzem um gráfico denominado dendrograma. Os métodos de agrupamento não hierárquicos visam a divisão de n objetos em k grupos. Um dos mais utilizados e citados na literatura é o método das k -médias.

Para verificar se existe de fato uma diferença significativa entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente é necessário fazer uma análise de variância (ANOVA - *Analysis of Variance*). A ANOVA é uma técnica estatística utilizada para avaliar afirmações sobre as médias de populações.

A análise de variância é um teste estatístico amplamente difundido entre os analistas, e visa fundamentalmente verificar se existe uma diferença estatística entre as médias e se os fatores exercem influência em alguma variável dependente.

O objetivo deste trabalho é classificar as empresas em grupos, de modo que haja similaridade dentro dos grupos e dissimilaridade entre os grupos, bem como identificar quais empresas melhoraram seu desempenho em cada indicador, quais mantiveram o nível e quais decresceram o seu nível.

2) MATERIAL E MÉTODOS

2.1) Descrição dos dados

Os dados foram coletados no site da Anatel. Estes dados são divulgados anualmente e de acesso livre para todo o público, no site http://www.anatel.gov.br/dados/index.php?option=com_content&view=article&id=280. Todos os processos foram executados no software SPSS.

O banco de dados é composto por 423 observações, sendo estas apenas das cidades do Estado de Minas Gerais. As operadoras estudadas foram Algar, Tim, Oi, Claro e Vivo. Os dados são do ano de 2014 e do ano de 2015, medidos em 13 variáveis que estão dispostas na forma de porcentagem. Os nomes das variáveis são de SMP1 (SMP – Serviço Móvel Pessoal) até SMP14, exceto o indicador SMP2, que não é medido no estado de Minas Gerais por motivo desconhecido. Para a realização das análises, em cada indicador considerou-se a média de todos os DDDs, que vão de 31 a 38.

Os 14 indicadores definidos no Regulamento de Gestão da Qualidade (RGQ-SMP) demonstram o desempenho das prestadoras com mais de 50 mil acessos em quatro aspectos: reação do usuário, rede, conexão de dados e atendimento. Cada indicador possui uma meta associada que corresponde ao desempenho mínimo estabelecido para a adequada qualidade do serviço em cada área geográfica definida na regulamentação. Os indicadores, bem como seus respectivos métodos de coleta, cálculo e demais requisitos de qualidade, estão definidos em regulamentação específica editada pela Anatel, em conformidade com a legislação e após consulta pública à sociedade.

O primeiro indicador é a Taxa de Reclamações (SMP1), no qual a meta estipulada pela Anatel é que menos de 1% da quantidade total dos clientes das operadoras reclame dos serviços de telefonia móvel no espaço de um mês. A Taxa de Reclamações na Anatel (SMP2) é a quantidade de reclamações que os clientes registram na Anatel, e a meta deste indicador é que fique abaixo de 2%. A Taxa de Completamento de Chamadas para o Centro de Atendimento (SMP3) tem que ser acima de 95%, e significa a quantidade de chamadas que chegam até a antena de sinal da operadora. Já o indicador Taxa de Completamento (SMP4) indica a porcentagem das

chamadas que devem ser completadas do originário para o destinatário, e a Anatel impões que as empresas operem com este indicador acima de 67%.

As tentativas de alocação de canal de tráfego devem ser concluídas com sucesso, em cada PMM, no mês, no mínimo em 95% (noventa e cinco por cento) dos casos. Esta meta é avaliada pelo indicador Taxa de Alocação de Canal de Tráfego (SMP5). Para fins de cálculo do indicador considera-se:

$$\frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times 100$$

em que A representa total de acessos ao canal de sinalização e controle para estabelecer uma chamada, em cada PMM (Período de Maior Movimento), no mês; B é total de tentativas de acessar o canal de sinalização e controle, em cada PMM, no mês; C indica total de acessos ao canal de tráfego para estabelecer uma chamada, em cada PMM, no mês; D significa o total de tentativas de acessar o canal de tráfego, em cada PMM, no mês.

As tentativas de envio de Mensagens de Texto devem resultar em entrega ao usuário final em até sessenta segundos no mínimo em 95% dos casos, no mês. Esta meta é avaliada pelo indicador Taxa de Entrega de Mensagem de Texto (SMP6). A Taxa de Queda de ligações (SMP7) representa a quantidade de chamadas interrompidas por queda de ligação na rede da prestadora, no mês. A meta deve ser inferior a 2%.

O sucesso nas tentativas de conexão com a rede de dados móveis deve ser superior a 98%. Este indicador é denominado Taxa de Conexão de Dados (SMP8). Quando a resposta da tentativa de conexão é positiva, há uma taxa tolerável de queda desta conexão, que deve ser inferior a 5%. O indicador que aponta este fenômeno é chamado Taxa de Queda de Conexões de Dados (SMP9). Já quando a conexão é bem sucedida, as operadoras devem garantir uma taxa de transmissão instantânea na conexão de dados, tanto no download quanto no upload, em noventa e cinco por cento dos casos no mínimo. Esta meta é avaliada pelo indicador Garantia de Taxa de Transmissão Instantânea Contratada (SMP10). Para fins de cálculo do indicador Garantia de Taxa de Transmissão Média Contratada (SMP11), considera-se a média aritmética simples dos valores de Taxa de Transmissão Instantânea no mês.

Quando se deseja fazer uma reclamação, realizar um cancelamento, solicitar suporte técnico ou contratação por meio de autoatendimento, o tempo para o

direcionamento para o telefonista/atendente quando a opção correspondente for selecionada pelo usuário deve ser de, no máximo, 20 segundos em no mínimo 90% dos casos no mês. Este objetivo é avaliado pelo indicador Taxa de Atendimento pela Telefonista/Atendente em Sistemas de Autoatendimento (SMP12). O indicador Taxa de Resposta ao Usuário (SMP13) diz que, quando o contato com prestadora é feito e a resposta da mesma não pode ser efetivada de imediato, a operadora deverá responder em até 5 dias em no mínimo 95% das ocorrências. Caso o usuário não solicite informações presencialmente, o mesmo deverá ser atendido em no máximo 30 minutos. Isto deve acontecer no mínimo em 95% dos casos. Esta meta será avaliada pelo indicador Taxa de Atendimento Pessoal ao Usuário (SMP14). Todos os indicadores e suas metas estão devidamente resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores e suas respectivas metas.

Indicador	Meta
SMP1	$\leq 1\%$
SMP3	$\geq 95\%$
SMP4	$\geq 67\%$
SMP5	$\geq 95\%$
SMP6	$\geq 95\%$
SMP7	$< 2\%$
SMP8	$\geq 98\%$
SMP9	$< 5\%$
SMP10	$\geq 95\%$
SMP11	$\geq 80\%$
SMP12	$\geq 90\%$
SMP13	$\geq 95\%$
SMP14	$\geq 95\%$

2.2) Análise Estatística

Inicialmente, para enxergar os dados de maneira superficial, foi feita uma estatística descritiva para cada um dos indicadores estudados. Estatística descritiva é um

conjunto de técnicas que objetivam coletar, organizar, apresentar, analisar e sintetizar os dados numéricos de uma população, ou amostra (CORREA, 2003).

A Estatística descritiva fornece resumos simples sobre a amostra e sobre as observações que foram feitas. Tal resumo pode ser quantitativo ou visual. Esses resumos tanto podem formar a base da descrição inicial dos dados, como parte de uma análise estatística mais extensa, ou eles podem ser suficientes por si mesmos. No mundo dos negócios, estatística descritiva fornece um resumo útil de muitos tipos de dados.

Para verificar quantos grupos seriam formados, foi feita uma análise de agrupamento por um método hierárquico, (FÁVERO et al. 2009, LATTIN; CARROLL; GREEN 2011 e MINGOTI 2005). A análise de agrupamentos é comumente executada em 4 etapas:

- 1) Primeiramente, organizou-se os dados em uma matriz $n \times p$, onde n é o número de indivíduos (observações) e p é o número de variáveis;
- 2) A segunda etapa consistiu em definir e aplicar a medida de distância. Neste caso, utilizou-se a distância Euclidiana quadrada.
- 3) Em seguida, definiu-se e aplicou-se o método de agrupamento, que foi o método de Ward.
- 4) No quarto e último passo, representou-se o agrupamento pelo dendrograma, que é um tipo específico de diagrama que apresenta os agrupamentos e a sua ordenação hierárquica.

Quando se considera o caso mais simples, onde existem n indivíduos, no qual cada um dos quais possuem valores para p variáveis, a distância Euclidiana entre eles é obtida através o teorema de Pitágoras para um espaço multidimensional. Esta distância é uma medida de semelhança e pode ser expressa pela distância D entre as extremidades de dois vetores. Assim, a distância euclidiana é:

$$D_{A,B} = \sqrt{(x_{A1} - x_{B1})^2 + (x_{A2} - x_{B2})^2}$$

De forma generalizada, a distância Euclidiana é dada por:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

em que x_{ik} é o valor da variável k referente à observação i e x_{jk} representa a variável k para a observação j . Neste caso, quanto menor a distância, mais similares serão as observações.

Existe uma variação desta distância, que é a distância Euclidiana quadrada, que é a distância entre duas observações (i e j) correspondente à soma dos quadrados das diferenças entre i e j para todas as p variáveis. De modo geral, a distância Euclidiana quadrada é dada por:

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2$$

É válido ressaltar que esta distância é recomendada para os métodos de agrupamento centroide e Ward.

Tal método, também chamado de “método de variância mínima”, procura agrupar os agregados que apresentam menor soma dos quadrados entre os dois agrupamentos, calculada sobre todas as variáveis. Trata-se de um método que tende a proporcionar agregados com aproximadamente o mesmo número de observações (HAIR et al., 2005).

A aplicação do método é dividida em 4 passos:

- 1) O primeiro deles é calcular as médias das variáveis dentro de cada grupo.
- 2) O segundo passo, é calcular o quadrado da distância euclidiana entre estas médias e os valores das variáveis para cada indivíduo.
- 3) Em seguida, somam-se as distâncias para todos os indivíduos.
- 4) Por fim, a intenção é minimizar a variância dentro dos grupos. A função que se pretende minimizar é também chamada soma dos quadrados dos erros ou soma dos quadrados dentro dos grupos.

Uma vez determinada o número de grupos, procedeu-se com o método das k-médias. O método das k-médias (HARTIGAN; WONG, 1979) é provavelmente um dos mais conhecido e mais utilizados em problemas práticos. Basicamente, cada elemento amostral é alocado àqueles grupos cujo centroide é o mais próximo do vetor de valores observados para o respectivo elemento. Originalmente, o método é composto por quatro passos:

- 1) O primeiro passo é escolher k centroides para iniciar o processo de partição.
- 2) Então, no segundo passo, cada elemento do conjunto de dados é comparado com cada centroide inicial através de uma medida de distância, normalmente Euclidiana. O elemento é alocado ao grupo cuja distância é menor.
- 3) No passo seguinte, para cada um dos n elementos amostrais calculam-se os valores dos centroides para cada novo grupo formado, e repete-se o segundo passo, considerando os centroides destes novos grupos.
- 4) O segundo e o terceiro passo devem ser repetidos até que todos os elementos amostrais estejam “bem alocados” em seus grupos, isto é, até que nenhuma realocação de elementos seja necessária.

Como a média entre os grupos, em muitos casos, é semelhante, utilizou-se a análise de variância (ANOVA), como uma técnica confirmatória em relação aos resultados obtidos da análise multivariada, ou seja, verificando-se se existe diferença entre as médias das variáveis entre os grupos (VICINI, 2005).

A ANOVA representa um teste utilizado para comparar médias de mais de duas populações. Como o próprio nome diz, a ANOVA busca determinar a variabilidade da amostra. Para tanto, esta análise requer que alguns pressupostos sejam satisfeitos. Os pressupostos básicos da análise de variância são:

- 1) As amostras são aleatórias e independentes;
- 2) As populações têm distribuição normal (o teste é paramétrico);
- 3) Homogeneidade das variâncias entre os grupos.

Na prática, esses pressupostos não necessitam obrigatoriamente serem rigorosamente satisfeitos, pois esses resultados são verdadeiros quando as populações são aproximadamente normais e possuem variâncias próximas (VICINI, 2005).

As hipóteses da ANOVA são:

H_0 : as populações são estatisticamente iguais;

H_1 : pelo menos uma das médias é diferente das demais.

Quando os resultados da Análise de Variância (ANOVA) levam à rejeição da hipótese nula, que representa a afirmação de que todas as médias (tratamentos) são iguais, temos evidências de que as médias entre os níveis diferem significativamente.

O teste de Tukey, baseado na amplitude total estudentizada (“*studentized range*”, em inglês) pode ser utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos. O teste é exato e de uso muito simples quando o número de repetições é o mesmo para todos os tratamentos.

Tukey (1953) se preocupava no controle do erro tipo I. A opção proposta de apenas um valor de diferença mínima significativa, a despeito da existência de várias médias, caracterizou o teste como extremamente rigoroso, que embora controlasse muito bem o erro tipo I, permitia o aparecimento do erro tipo II. O valor único proposto por Tukey coincide com o valor máximo do SNK, ou seja, equivalente à comparação entre a maior e a menor média.

$$d.m.s.Tukey = q \sqrt{\frac{S_e^2}{r}}$$

onde q é o valor tabelado por Tukey em função do número de tratamento e dos graus de liberdade do resíduo. Para obter o valor da diferença mínima significante (d.m.s.) pelo teste de Tukey basta calcular:

$$d.m.s. = q \sqrt{\frac{QMR}{r}}$$

onde q é o valor dado na tabela ao nível de significância estabelecido, QMR é o quadrado médio do resíduo da análise de variância e r é o número de repetições de cada um dos tratamentos. De acordo com o teste, duas médias são estatisticamente diferentes toda vez que o valor absoluto da diferença entre elas for igual ou maior que a d.m.s. (VIEIRA et al., 1989).

3) RESULTADOS

Para observar os dados de maneira geral, foi feita uma análise descritiva de cada indicador para cada uma das empresas, medidos no ano de 2014 e 2015 respectivamente. Para todas as Tabelas de 2 a 6, os números sublinhados são aqueles que não conseguiram atingir a meta imposta pela agência reguladora.

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas da Algar Telecom para os anos de 2014 e 2015. Nota-se que esta empresa ficou com 3 indicadores abaixo da meta, que são SMP4, SMP10 e SMP11 em 2014. Estes indicadores possuíam metas de no mínimo 67%, no mínimo 95% e no mínimo 90% respectivamente. Como o desvio padrão é baixo para todos os indicadores, percebe-se que os indicadores não variaram muito ao longo dos meses deste ano. O coeficiente de variação abaixo dos 20% em todos os casos confirma a suspeita de consistência dos dados. A Algar Telecom, que fechou o ano de 2014 com 3 indicadores (SMP3, SMP10 e SMP11) abaixo da meta, terminou 2015 com apenas 2 indicadores no abaixo da meta. Novamente não alcançou a meta determinada para o indicador que garante a taxa de transmissão, cuja meta é de pelo menos 95%. A taxa de queda de ligação teve uma variação muito alta durante os meses de 2015.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas de cada indicador da empresa Algar Telecom para os anos de 2014 e 2015.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Coef. de variação	Máximo	Mínimo
2014					
SMP1	0,46%	0,06%	13,96%	0,55%	0,33%
SMP3	98,49%	0,51%	0,52%	99,14%	97,52%
SMP4	<u>54,65%</u>	1,45%	2,66%	56,70%	52,47%
SMP5	98,00%	1,11%	1,13%	100,00%	95,95%
SMP6	95,93%	0,46%	0,48%	96,77%	95,17%
SMP7	1,01%	0,12%	12,08%	1,35%	0,82%
SMP8	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	99,99%
SMP9	0,00%	0,00%	-	0,00%	0,00%
SMP10	<u>94,43%</u>	3,06%	3,24%	98,32%	88,60%
SMP11	<u>77,48%</u>	3,53%	4,56%	83,89%	72,29%
SMP12	96,62%	1,57%	1,62%	99,16%	94,42%
SMP13	99,96%	0,03%	0,03%	99,98%	99,89%
SMP14	99,53%	0,38%	0,39%	99,93%	98,85%

2015					
SMP1	0,36%	0,07%	18,18%	0,54%	0,29%
SMP3	98,80%	0,16%	0,17%	99,05%	98,53%
SMP4	<u>52,00%</u>	1,75%	3,36%	53,17%	46,67%
SMP5	97,67%	0,87%	0,89%	98,79%	96,15%
SMP6	95,96%	0,43%	0,44%	96,88%	95,51%
SMP7	1,21%	0,74%	61,35%	2,48%	0,39%
SMP8	99,97%	0,06%	0,06%	99,99%	99,78%
SMP9	0,00%	-	-	0,00%	0,00%
SMP10	<u>92,47%</u>	2,10%	2,27%	95,57%	89,07%
SMP11	86,47%	5,73%	6,63%	96,77%	79,92%
SMP12	95,28%	6,82%	7,16%	99,41%	75,91%
SMP13	99,72%	0,85%	0,85%	99,98%	97,01%
SMP14	99,26%	0,39%	0,39%	99,77%	98,45%

Na Tabela 3 encontram-se as estatísticas descritivas para a empresa Claro nos dois anos estudados. A empresa não alcançou a meta para 4 dos 13 indicadores em 2014. O indicador de taxa de reclamações (SMP1) deve ficar no máximo 1%. O indicador da taxa de completamento de chamadas (SMP4) ficou abaixo do esperado, que é no mínimo 67%. O indicador SMP6 mede a taxa de entrega de mensagens de texto, que não alcançou o mínimo de 95% imposto pela Anatel. O SMP12 ficou bem abaixo do esperado, que é pelo menos 90%. Este indicador aponta a taxa de atendimento pelo atendente em sistemas de autoatendimento. Os indicadores da Claro apresentaram desvio padrão e variância baixos, o que também indica pouca variação ao longo dos meses. Porém, os indicadores SMP1 e SMP9 possuem C.V. muito altos, e o indicador SMP7 apresenta um coeficiente ligeiramente alto. Estes valores se devem à grande amplitude do intervalo entre o valor máximo e o mínimo encontrado. Agora para 2015, observando as estatísticas descritivas, percebe-se que a Claro também melhorou de 2014 para 2015. Antes, possuía 4 indicadores fora da meta, mas em 2015 apresentou apenas 3 indicadores irregulares, que são SMP1, SMP4 e SMP12. Este último apresentou um C.V. de 46,75%, o que é considerado muito alto. Isto é explicado ao olhar a enorme discrepância entre o valor máximo e o valor mínimo encontrado para este indicador. A mesma situação aconteceu com os indicadores SMP1 e SMP9.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas de cada indicador da empresa Claro para os anos de 2014 e 2015.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Coef. de variação	Máximo	Mínimo
2014					
SMP1	<u>1,04%</u>	0,43%	41,16%	2,39%	0,85%
SMP3	99,34%	0,24%	0,24%	99,69%	98,99%
SMP4	<u>53,99%</u>	1,36%	2,52%	55,84%	50,56%
SMP5	98,89%	0,55%	0,56%	99,32%	97,36%
SMP6	<u>91,17%</u>	5,43%	5,96%	96,12%	77,91%
SMP7	0,92%	0,19%	20,58%	1,21%	0,69%
SMP8	99,48%	0,32%	0,32%	99,76%	98,70%
SMP9	0,14%	0,11%	78,49%	0,45%	0,06%
SMP10	99,30%	0,51%	0,52%	99,83%	98,24%
SMP11	89,61%	1,90%	2,12%	92,69%	86,71%
SMP12	<u>73,34%</u>	19,26%	26,26%	98,06%	48,86%
SMP13	99,81%	0,07%	0,07%	99,90%	99,66%
SMP14	98,76%	1,44%	1,45%	100,00%	95,93%
2015					
SMP1	<u>1,37%</u>	0,43%	31,51%	2,13%	0,85%
SMP3	99,42%	0,50%	0,50%	99,86%	98,60%
SMP4	<u>54,65%</u>	3,22%	5,90%	59,61%	49,71%
SMP5	98,52%	0,85%	0,86%	99,24%	96,51%
SMP6	96,28%	1,29%	1,33%	97,60%	93,29%
SMP7	1,13%	0,16%	14,63%	1,50%	0,89%
SMP8	99,38%	0,18%	0,18%	99,69%	99,06%
SMP9	0,04%	0,02%	58,85%	0,06%	0,00%
SMP10	99,32%	0,52%	0,52%	99,86%	98,22%
SMP11	93,10%	1,71%	1,83%	95,98%	90,05%
SMP12	<u>43,34%</u>	20,26%	46,75%	78,28%	11,19%
SMP13	99,86%	0,06%	0,06%	99,94%	99,74%
SMP14	99,00%	1,24%	1,25%	100,00%	96,50%

A empresa Oi ficou com 4 indicadores abaixo da meta no ano de 2014, conforme apresentado na Tabela 4. Os indicadores são taxa de completamento (SMP4), taxa de entrega de mensagens de texto (SMP6), taxa de transmissão média no download contratada (SMP11) e taxa de atendimento pelo atendente em sistemas de autoatendimento (SMP12). Este último possui o caso mais grave, que ficou próximo da metade da meta estabelecida. Também se observa que o C.V. para os indicadores SMP1, SMP6 e SMP9 possui um valor médio, já para SMP7 possui um valor consideravelmente alto. Até então, a empresa Oi foi a única que não melhorou do ano 2014 para o ano de 2015, ao contrário das concorrentes. No primeiro ano, a empresa ficou abaixo em 4 indicadores, mas em 2015, além destes 4, a empresa ainda

acrescentou o indicador SMP10 à lista dos que não cumpriram a meta. Além disso, a empresa variou bastante ao longo do ano os valores para os indicadores SMP1, SMP6 SMP7, SMP9 e SMP12, e isto se observa tanto pelo coeficiente de variação quando pela discrepância entre os valores mínimos e máximos observados.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas de cada indicador da empresa Oi para os anos de 2014 e 2015.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Coef. de variação	Máximo	Mínimo
2014					
SMP1	0,71%	0,13%	17,61%	0,90%	0,50%
SMP3	98,21%	0,73%	0,74%	98,79%	96,04%
SMP4	<u>59,04%</u>	5,03%	8,52%	65,30%	52,38%
SMP5	98,06%	3,75%	3,82%	99,75%	86,30%
SMP6	<u>76,86%</u>	13,87%	18,04%	88,14%	45,94%
SMP7	1,50%	0,37%	24,41%	1,97%	0,89%
SMP8	98,96%	0,66%	0,67%	99,61%	97,22%
SMP9	2,10%	0,41%	19,55%	2,69%	1,08%
SMP10	97,32%	1,78%	1,83%	99,67%	94,04%
SMP11	<u>78,86%</u>	6,10%	7,74%	86,25%	63,17%
SMP12	<u>45,38%</u>	9,46%	20,85%	61,05%	28,65%
SMP13	99,89%	0,04%	0,04%	99,92%	99,82%
SMP14	98,09%	2,86%	2,92%	100,00%	92,36%
2015					
SMP1	0,73%	0,08%	11,14%	0,89%	0,60%
SMP3	98,00%	0,43%	0,44%	98,53%	97,16%
SMP4	<u>49,75%</u>	1,31%	2,62%	52,80%	47,66%
SMP5	99,43%	0,18%	0,18%	99,71%	99,20%
SMP6	<u>69,51%</u>	10,00%	14,39%	83,80%	48,31%
SMP7	1,20%	0,25%	20,99%	1,78%	0,88%
SMP8	98,86%	0,99%	1,00%	99,65%	96,14%
SMP9	0,55%	0,12%	21,13%	0,71%	0,38%
SMP10	<u>90,62%</u>	3,51%	3,88%	95,89%	85,60%
SMP11	<u>77,08%</u>	5,53%	7,18%	86,14%	71,13%
SMP12	<u>45,94%</u>	12,89%	28,05%	69,13%	32,47%
SMP13	98,61%	1,59%	1,62%	99,88%	96,15%
SMP14	97,93%	3,32%	3,39%	100,00%	89,38%

Na Tabela 5 nota-se que a Vivo ficou com apenas 3 indicadores abaixo da meta em 2014, que são SMP4, SMP6 e SMP12, sendo este último o caso mais grave de todas as empresas até agora, já que não chegou nem à metade da meta estabelecida. Não possui desvio padrão alto para qualquer indicador, mas possui um C.V. alto para a variável SMP12 e moderado para as variáveis SMP1 e SMP7. Esta empresa também

melhorou de 2014 para 2015 conforme se observa ainda na Tabela 5. A empresa antes obteve *score* insatisfatório em 3 indicadores em 2014, mas em 2015 fechou com apenas 2, melhorando consideravelmente o indicador de entrega de mensagem de texto (SMP6). Em apenas um caso a empresa apresentou um C.V. considerado alto em 2015.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas de cada indicador da empresa Vivo para os anos de 2014 e 2015.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Coef. de variação	Máximo	Mínimo
2014					
SMP1	0,88%	0,12%	13,66%	1,02%	0,66%
SMP3	99,42%	0,92%	0,92%	99,88%	96,53%
SMP4	<u>55,18%</u>	0,99%	1,79%	56,30%	53,16%
SMP5	97,55%	0,81%	0,83%	98,35%	95,11%
SMP6	<u>89,92%</u>	4,94%	5,50%	97,20%	82,87%
SMP7	1,39%	0,23%	16,34%	1,75%	1,10%
SMP8	99,93%	0,08%	0,08%	99,99%	99,78%
SMP9	0,00%	-	-	0,00%	0,00%
SMP10	98,23%	1,73%	1,76%	99,84%	93,18%
SMP11	89,45%	4,97%	5,56%	96,41%	79,86%
SMP12	<u>43,97%</u>	11,39%	25,91%	59,22%	24,44%
SMP13	99,97%	0,02%	0,02%	99,99%	99,92%
SMP14	99,51%	0,78%	0,78%	100,00%	97,70%
2015					
SMP1	0,85%	0,04%	5,23%	0,93%	0,78%
SMP3	99,03%	1,16%	1,17%	99,79%	95,51%
SMP4	<u>52,46%</u>	1,25%	2,38%	53,91%	49,60%
SMP5	98,34%	0,26%	0,26%	98,84%	98,07%
SMP6	97,87%	0,29%	0,30%	98,33%	97,26%
SMP7	1,19%	0,12%	10,36%	1,40%	1,03%
SMP8	99,88%	0,25%	0,25%	100,00%	99,09%
SMP9	0,00%	-	-	0,00%	0,00%
SMP10	97,96%	1,11%	1,13%	100,00%	95,92%
SMP11	98,85%	2,37%	2,40%	100,96%	92,63%
SMP12	<u>44,18%</u>	9,40%	21,27%	65,53%	32,85%
SMP13	99,95%	0,07%	0,07%	99,99%	99,77%
SMP14	99,35%	0,76%	0,77%	100,00%	97,57%

A Tabela 6 mostra que a Tim fechou o ano de 2014 com 5 indicadores abaixo da média, que é o indicador de reclamações, o de completamento de chamadas, o de alocação de canal de tráfego, o de transmissão de dados instantânea contratada e o de atendimento por sistemas de autoatendimento. O indicador SMP9 possui um valor mínimo encontrado muito discrepante do valor máximo, o que se pode confirmar

observando o coeficiente de variação, que é muito alto. A mesma situação acontece com o indicador SMP12. Conforme apresentado, assim como a maioria das outras empresas, a Tim melhorou consideravelmente de 2014 para o ano seguinte. A empresa terminou 2014 com 5 indicadores com resultados insatisfatórios, mas terminou 2015 com 2 a menos, visto que melhorou no indicador SMP1, no SMP5 e no SMP10. Em contrapartida piorou no indicador SMP8, que é o indicador de conexão de dados. A Tim também apresentou o maior coeficiente de variação observado de todas as empresas, que foi do indicador SMP9 no ano de 2015. Este indicador possui um valor máximo observado de 4,79% e valor mínimo observado de 0,11%, o que explica o C.V. altíssimo de 96,3%.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas de cada indicador da empresa Tim para os anos de 2014 e 2015.

Indicador	Média	Desvio Padrão	Coef. de variação	Máximo	Mínimo
2014					
SMP1	<u>1,01%</u>	0,12%	12,08%	1,18%	0,80%
SMP3	99,38%	0,50%	0,50%	99,74%	98,11%
SMP4	<u>56,79%</u>	3,10%	5,46%	62,03%	53,13%
SMP5	<u>93,35%</u>	4,39%	4,70%	99,22%	84,19%
SMP6	98,64%	1,77%	1,79%	99,77%	95,06%
SMP7	1,83%	0,23%	12,74%	2,31%	1,54%
SMP8	99,28%	0,55%	0,55%	99,88%	98,21%
SMP9	2,93%	1,07%	36,68%	4,58%	1,78%
SMP10	<u>90,41%</u>	3,25%	3,60%	97,17%	85,98%
SMP11	81,88%	6,85%	8,37%	97,81%	68,73%
SMP12	<u>67,94%</u>	17,62%	25,93%	90,52%	34,05%
SMP13	96,05%	2,68%	2,79%	99,84%	91,30%
SMP14	97,20%	2,45%	2,52%	100,00%	90,84%
2015					
SMP1	0,97%	0,27%	28,36%	1,38%	0,61%
SMP3	99,54%	0,13%	0,13%	99,65%	99,15%
SMP4	<u>57,35%</u>	1,28%	2,24%	58,87%	54,85%
SMP5	95,27%	3,73%	3,91%	97,61%	85,18%
SMP6	95,75%	0,72%	0,75%	96,35%	93,63%
SMP7	1,99%	0,32%	15,91%	2,77%	1,64%
SMP8	<u>97,44%</u>	1,94%	1,99%	99,58%	94,19%
SMP9	1,99%	1,92%	96,30%	4,79%	0,11%
SMP10	95,60%	1,93%	2,02%	98,83%	92,06%
SMP11	92,64%	3,41%	3,68%	98,29%	86,84%
SMP12	<u>59,41%</u>	15,65%	26,35%	90,35%	34,95%
SMP13	99,76%	0,12%	0,12%	99,91%	99,52%
SMP14	96,15%	2,04%	2,12%	99,11%	90,76%

Ao final de 2014, em relação aos indicadores, notou-se que a condição mais crítica era da operadora Tim, e a empresa que possuía a condição relativamente mais confortável é a Algar Telecom. As empresas Algar Telecom, Claro e Vivo finalizaram o ano de 2015 com apenas 2 indicadores abaixo da meta, 1 a menos que a Tim e 3 a menos que a Oi. Esta última foi a única empresa dentre as estudadas que não melhorou os indicadores de um ano para outro.

Para definir quantos grupos seriam utilizados no método das k-médias, primeiramente foi feita uma análise de agrupamento com distância Euclidiana Quadrada e método de Ward de agrupamento, tanto para o ano de 2014 quanto para o ano de 2015, o que produziu os dendrogramas conforme apresentados na figura 1.

Observando o dendrograma do ano de 2014, notou-se que se formaram 3 grupos (*clusters*), sendo o primeiro constituído apenas pela empresa Algar Telecom, o segundo pelas empresas Claro e Tim, e o terceiro por Vivo e Oi. Porém, como se nota na figura 1, em 2015 o cenário mudou bastante, mesmo formando a mesma quantidade de grupos. Desta vez, um grupo é formado por Claro, Vivo e Tim, enquanto outro o grupo é formado apenas pela Oi e o último apenas pela Algar. O corte utilizado para definir a quantidade de grupos foi de aproximadamente 5.

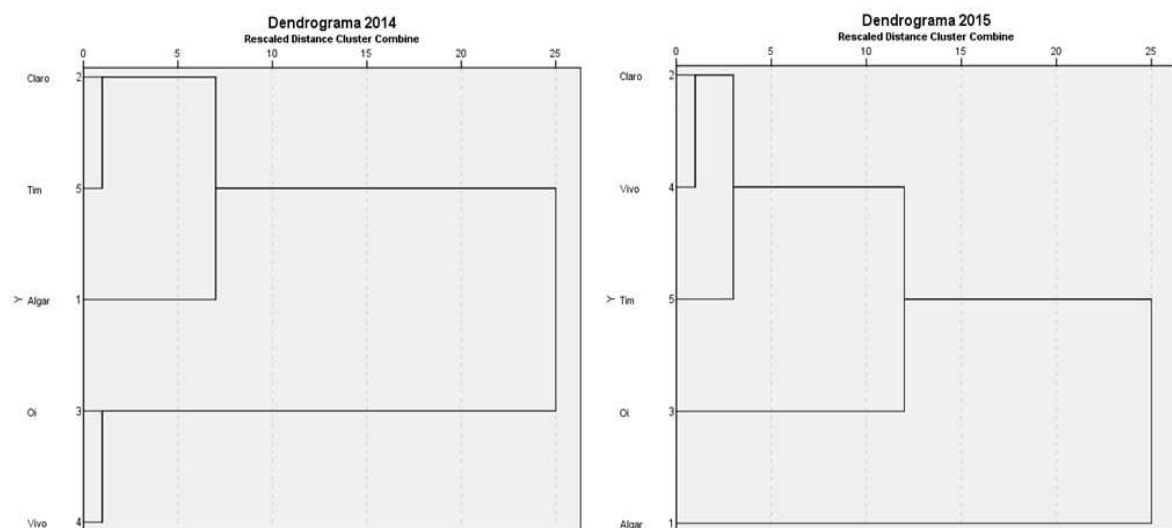


Figura 1: Dendrograma de 2014 e de 2015, usando distância Euclidiana Quadrada e método Ward de agrupamento.

Na Tabela 7 encontram-se as matrizes de proximidade das empresas para cada ano. Em 2014, as menores distâncias encontradas foram entre Claro e Tim e entre Oi e Vivo. A Algar se manteve relativamente distante de todas as concorrentes. Com isto, podemos formação dos 3 grupos. Para o ano de 2015, as empresas ficaram razoavelmente distantes, sendo que as menores distâncias encontradas foram entre Claro e Vivo, Claro e Tim e entre Vivo e Tim. As empresas Algar e Oi se mantiveram distantes das outras empresas, o que indica claramente a formação dos 3 novos grupos.

Tabela 7 – Matrizes de proximidade das empresas para os anos de 2014 e 2015.

Empresa	Algar	Claro	Oi	Vivo	Tim
2014					
Algar	-				
Claro	738,631	-			
Oi	3026,686	1138,199	-		
Vivo	2967,538	869,534	309,566	-	
Tim	923,196	287,336	1085,334	819,211	-
2015					
	Algar	Claro	Oi	Vivo	Tim
Algar	-				
Claro	2798,338	-			
Oi	3239,105	1086,230	-		
Vivo	2799,286	43,783	1349,958	-	
Tim	1390,512	307,041	1223,592	335,022	-

Com a quantidade de grupos em cada caso já definida, foi executado o algoritmo das k-médias com 3 grupos. Para 2014, o algoritmo classificou as empresas conforme o esperado, o que se pode observar na Tabela 8. A suspeita da classificação das empresas também pode ser confirmada de acordo com as distâncias disposta na mesma tabela. A situação não foi diferente para 2015, as empresas se dividiram em 3 grupos do mesmo modo apresentado no método hierárquico, o primeiro grupo é formado pela Algar, o segundo por Claro, Vivo e Tim e o terceiro apenas pela Oi.

Tabela 8 – Classificação das empresas em cada grupo com suas respectivas distâncias para os anos de 2014 e 2015.

Empresas	Cluster	Distância
2014		
Algar	1	0,00
Claro	2	8,47
Oi	3	8,79
Vivo	3	8,79
Tim	2	8,47
2015		
Algar	1	0,0
Claro	2	6,38
Oi	3	0,00
Vivo	2	7,07
Tim	2	11,74

Na Tabela 9 estão dispostas as médias de cada indicador para cada um dos grupos nos anos de 2014 e 2015. Além disso, na mesma tabela também consta a significância de cada indicador, segundo a ANOVA. No ano de 2014, de todos os indicadores, apenas os indicadores SMP4 e SMP14 não são significativos, ou seja, apenas nestes indicadores todos os grupos são semelhantes. Já para o ano de 2015, os indicadores não significativos a 5%, de acordo com a ANOVA, são os indicadores SMP7, SMP9 e SMP14, em todo o restante os grupos se diferem. As letras “a”, “b” e “c” dispostas na tabela representam os grupos que apresentaram diferença não significativa, segundo o teste de Tukey.

Tabela 9 – Média dos indicadores em cada grupo para os anos de 2014 e 2015.

	2014				2015			
	Cluster				Cluster			
Ind.	1	2	3	p-valor	1	2	3	p-valor
SMP1	0,46% ^a	1,03% ^b	0,80% ^c	0,000	0,36% ^a	1,06% ^b	0,73% ^c	0,000
SMP3	98,49% ^a	99,36% ^b	98,81% ^{ab}	0,003	98,80% ^a	99,33% ^a	98,00% ^b	0,000
SMP4	54,65% ^a	55,39% ^a	57,11% ^a	0,059	52,00% ^a	54,82% ^b	49,75% ^c	0,000
SMP5	98,00% ^a	96,12% ^a	97,80% ^a	0,120	97,67% ^{ab}	97,38% ^a	99,43% ^b	0,017
SMP6	95,93% ^a	94,90% ^a	83,39% ^b	0,000	95,96% ^a	96,64% ^a	69,51% ^b	0,000
SMP7	1,01% ^a	1,38% ^b	1,45% ^b	0,007	1,21% ^a	1,44% ^a	1,20% ^a	0,220
SMP8	100,00% ^a	99,38% ^b	99,44% ^b	0,003	99,97% ^a	98,90% ^{ab}	98,86% ^a	0,039
SMP9	0,00% ^a	1,53% ^b	1,05% ^b	0,004	0,00% ^a	0,68% ^a	0,55% ^a	0,204
SMP10	94,43% ^a	94,86% ^{ab}	97,77% ^b	0,010	92,47% ^a	97,63% ^b	90,62% ^a	0,000
SMP11	77,48% ^a	85,75% ^b	84,15% ^b	0,002	86,47% ^a	94,86% ^b	77,08% ^c	0,000
SMP12	96,62% ^a	70,64% ^b	44,68% ^c	0,000	95,28% ^a	48,98% ^b	45,94% ^b	0,000
SMP13	99,96% ^a	97,93% ^b	99,93% ^a	0,000	99,72% ^a	99,86% ^a	98,61% ^b	0,000
SMP14	99,53% ^a	97,98% ^a	98,80% ^a	0,073	99,26% ^a	98,17% ^a	97,93% ^a	0,244

4) CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu concluir que:

- I. As empresas se dividem em 3 grupos em 2014: o grupo com apenas Algar Telecom, o grupo com Claro e Tim e o grupo que contém Oi e Vivo. No ano seguinte o cenário se alterou para: o grupo apenas contendo Algar Telecom novamente, o grupo contendo Vivo, Claro e Tim e o grupo com apenas a Oi.
- II. As empresas que melhoraram em pelo menos 1 indicador foram Algar, Claro, Vivo e Tim, sendo que o indicador SMP4 ficou abaixo da meta para todas as empresas. A única empresa que teve piora nos seus serviços foi a Oi.
- III. Com relação aos indicadores SMP4 e SMP14 são estatisticamente iguais para todos os grupos formados em 2014. Todos os outros 11 indicadores mostram diferença entre os grupos. Já para o ano de 2015, os grupos não se diferenciaram nos indicadores SMP7, SMP9 e novamente no SMP14. Para os outros indicadores há diferença significativa entre os grupos.
- IV. No ano de 2014, a prestadora Algar obteve os melhores índices no geral, enquanto Claro e Tim obtiveram índices intermediários, enquanto Vivo e Oi possuíam os piores índices. No ano seguinte, a Algar ainda melhorou alguns indicadores, o que a fez novamente ficar em um grupo isolado. Claro e Tim também melhoraram, mas se mantiveram no grupo intermediário, que passou a contar também com a Vivo, visto que esta melhorou de um ano para outro, o que fez a Oi se isolar no grupo com os piores índices nos indicadores estudados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALGAR TELECOM. Disponível em: <http://www.algartelecom.com.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

ANATEL. Disponível em <http://www.anatel.gov.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

CLARO. Disponível em <http://www.claro.com.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. *Análise de dados: Modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. 646p.

HAIR Jr., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. *Análise multivariada de dados*. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HARTIGAN, P.; WONG, M. A. *A K-means clustering algorithm*: algorithm AS 1366. Applied Statistics, 1979. 130 p.

LATTIN, J.; CARROLL, D. J.; GREEN, P. E. *Análise de dados multivariados*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 455 p.

MAGNUSSON, W. E.; MOURÃO, G. *Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e a análise*. Curitiba: 2003. 126 p.

MANLY, B. J. F. *Multivariate statistical methods*. 3. ed. London: Chapman and Hall, 2004. 229 p.

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 294 p.

MORETTI, J. Tecnologia móvel pode reduzir custos. Disponível em: <http://www.callcenter.inf.br/artigos/43911/tecnologia-movel-pode-reduzir-custos/imprimir.aspx>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

OI. Disponível em <http://www.oi.com.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

TIM. Disponível em <http://www.tim.com.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. *Estatística experimental*. São Paulo: Atlas, 1989. 175p.

VIALI, LORI. Série Estatística Multivariada. Disponível em <http://www.pucrs.br/famat/viali/especializa/realizadas/ceea/multivariada/textos/IntroducIn.pdf>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

VICINI, L. *Análise multivariada da teoria à prática*. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 2015p.

VIVO. Disponível em <http://www.vivo.com.br/>. Acesso em: 14 de jun. 2016.

TUKEY, J.W. The problem of multiple comparisons. Mimeographs Princeton University, Princeton, N.J., 1953.

WIKIPÉDIA. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_pa%C3%ADses_por_n%C3%BAmero_de_celulares_em_uso. Acesso em: 14 de jun. 2016.