

## MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR IT GOVERNANCE WITHIN THE BRAZILIAN FEDERAL PUBLIC ADMINISTRATION IN THE LIGHT OF EXTERNAL AUDITING DATA

Karoll Haussler Carneiro Ramos (Universidade de Brasília, DF, Brazil) - karoll.ramos@gmail.com

Thiago Pereira Brito Vieira (Universidade de Brasília, DF, Brazil) - tpbvieira@gmail.com

João Paulo C. Lustosa da Costa (Universidade de Brasília, DF, Brazil) - joaopaulo.dacosta@ene.unb.br

Rafael Timóteo de Sousa Júnior (Universidade de Brasília, DF, Brazil) - desousa@unb.br

### **Abstract**

There is a significant continuous spending on information technology (IT) by the Brazilian Federal Public Administration. In order to audit IT governance of public institutions, the Federal Court of Accounts (TCU, in Portuguese) surveys data of IT practices from these institutions. Although these surveys started in 2007 with 39 questions, nowadays they contain more than 100 questions that allow TCU to rank these institutions by their IT governance index. In this paper, we propose the identification of the critical success factors (CSFs) linked to TCU survey variables by means of statistical analysis. In order to validate our results, the identified CSFs are compared with those mentioned by the public administration IT executives in interviews. Also, we successfully apply pattern recognition techniques to classify public institutions in terms of their IT governance index, yielding results with a very high level of similarity to those with the most relevant CSFs mentioned in interviews.

**Keywords:** IT Governance, Critical Success Factors, Public Sector, Pattern Recognition Techniques.

### **Resumo**

Há um gasto significativo e contínuo em tecnologia da informação (TI) pela Administração Pública Federal. A fim de auditar a governança de TI das instituições públicas concernidas, o Tribunal de Contas da União (TCU) avalia dados das práticas de TI dessas instituições. Iniciando em 2007, com 39 questões, hoje em dia essa avaliação contém mais de 100 questões que permitem ao TCU classificar as instituições pelo seu índice de governança de TI. Neste trabalho, propomos a identificação dos fatores críticos de sucesso (FCS) ligados às variáveis da avaliação do TCU, por meio de análise estatística. A fim de validar os resultados, os FCS identificados são comparados com os mencionados por executivos da administração pública de TI, em entrevistas. Além disso, aplicamos com sucesso técnicas de reconhecimento de padrões para classificar as instituições públicas em termos do índice de governança de TI, gerando resultados com alta similaridade em comparação com aqueles FCS mais relevantes mencionados em entrevistas.

**Palavras-chave:** Governança de TI, Fatores Críticos de Sucesso, Setor Público, Técnicas de Reconhecimento de Padrões.

Os autores agradecem às agências CAPES e FINEP (Projeto RENASIC/PROTO Convênio 01.12.0555.00) e ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

## 1. INTRODUÇÃO

Em governança de tecnologia da informação (GTI), o conceito de boas práticas é utilizado para auxiliar gestores na tomada de decisão. As boas práticas contribuem para o desenvolvimento de sistemas e para a revisão contínua das iniciativas de TI, sendo também um indício de que os executivos, em geral, têm buscado mais informações e conhecimento sobre a função da TI na organização (Verhoef, 2007). Especificamente, vêm se estabelecendo uma base de conhecimentos em boas práticas em domínios, tais como: Project Management Book of Knowledge (PMBOK) para gerenciamento de projetos, Capability Maturity Model - Integration (CMMI) para o desenvolvimento de software com qualidade; Information Technology Infrastructure Library (ITIL) para gestão de serviços, International Organization for Standardization - ISO 27002 para segurança da informação, Control Objectives for Information and related Technology (COBIT) para governança e auditoria, Balanced Scorecard (BSC) para planejamento estratégico. Especificamente para a gestão pública, no âmbito da administração pública brasileira, adiciona-se o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (Gespública) para gestão da qualidade.

Por outro lado, a gestão dessas práticas também contribui para o aumento da burocracia e da complexidade da GTI (ITaudit, 2007). Sendo assim, a customização da GTI surge como ferramenta-chave para a determinação de controles organizacionais e para a racionalização dos custos de TI na criação de valor no processo produtivo da organização (McLane, 2003). Para este estudo, tal customização será proposta por meio da identificação de fatores críticos de sucesso (FCS) que indicam quais informações são as mais importantes para a tomada de decisão (Bullen & Rockart, 1981).

A partir de análises conduzidas pelo Tribunal de Contas da União (TCU), verifica-se que a situação da GTI na administração pública federal (APF) tem indicadores que merecem atenção devido ao grande número de falhas em gestão de TI que incluem problemas em contratos para aquisição de bens e serviços de TI (Guarda & De Sousa Jr., 2014), em segurança da informação, em planejamento estratégico institucional e de TI, em projetos básicos, entre outros (Tribunal de Contas da União [TCU], 2008a, 2008b, 2008c, 2009, 2010a, 2010b, 2012a, 2012b, 2012c, 2012d, 2013a, 2013b, 2013c; Pacheco, 2011). Assim, o TCU com o intuito de monitorar e de incentivar o uso de boas práticas em GTI, desde o ano 2007 iniciou levantamentos e fiscalizações em GTI na APF. Tais levantamentos foram realizados por meio de questionários baseados em boas práticas, conforme Tabela 1.

Tabela 1

**Boas práticas de referência nos levantamentos em GTI do TCU**

<b>Boas Práticas</b>	<b>Questionário 2007</b>	<b>Questionário 2010</b>	<b>Questionário 2012</b>	<b>Questionário 2014</b>
Governança de TI	COBIT 4.1	COBIT 4.1	COBIT 5	COBIT 5
Segurança da informação	NBR ISO/IEC 17799:2005	NBR ISO/IEC 27002:2005	NBR ISO/IEC 27002:2005	NBR ISO/IEC 27002:2005
Gestão de continuidade de negócios	NBR ISO/IEC 15999-1:2007	Não consta	Não consta	NBR ISO/IEC 15999-1:2008
Governança corporativa de TI	Não consta	NBR ISO/IEC 38500:2009	NBR ISO/IEC 38500:2009	NBR ISO/IEC 38500:2009
Tecnologia da informação – técnicas de segurança	Não consta	Não consta	Não consta	NBR ISO/IEC 27005:2008
Gestão de riscos	Não consta	Não consta	Não consta	NBR ISO/IEC 31000-1:2009
Gerenciamento de serviços	Não consta	Não consta	Não consta	NBR ISO 20000-2:2008
Engenharia de sistemas e <i>software</i> – processos de ciclo de vida de <i>software</i>	Não consta	Não consta	Não consta	NBR ISO/IEC 12207:2009
Infraestrutura de TI	Não consta	Não consta	Não consta	ITIL Version 3 Service Design.
Gestão da qualidade	Não consta	Gespública	Gespública	Gespública
Gestão de projetos	Não consta	Não consta	Não consta	PMBok Guide

Nota. Fonte: Desenvolvido pelos autores

Os dados da Tabela 1 foram extraídos dos relatórios de Levantamento de GTI do TCU (TCU, 2008a, 2010a, 2012c, 2013c; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão [MPOG], 2014). Na Tabela 1 verifica-se que o primeiro levantamento, do ano 2007, refere-se a três boas práticas, já no último, de 2014, onze boas práticas de mercado são utilizadas para na elaboração do respectivo questionário.

Além disso, durante os quatro ciclos de avaliação a quantidade de itens avaliados sofre variações, conforme Tabela 2.

Tabela 2

**Número de questões e itens dos questionários de Levantamento de GTI do TCU nos quatro ciclos**

<b>Questionário 2007</b>	<b>Questionário 2010</b>	<b>Questionário 2012</b>	<b>Questionário 2014</b>
39 perguntas.	30 questões, subdivididas em 152 itens, organizadas segundo 7 das 8 dimensões do Gespública.	36 questões, subdivididas em 494 itens, contemplando as 8 dimensões do GesPública.	30 questões, subdivididas em 191 itens, contemplando as 6 dimensões do GesPública.

Nota. Fonte: Desenvolvido pelos autores

Atualmente, o Levantamento de GTI do TCU é o principal instrumento de avaliação e de análise em GTI na APF. Vale notar que as questões do questionário desse levantamento servem como direcionador para o desenvolvimento da GTI em órgãos públicos, uma vez que o resultado insatisfatório no levantamento caberá em autuação pelo TCU (TCU, 2012b). Após a realização desses levantamentos, o TCU encaminha às instituições participantes um relatório com o *feedback* dos resultados gerais e do desempenho individual do órgão, instrumento pelo qual é informada a posição da instituição no *ranking* por meio do índice de governança de TI (iGovTI), este calculado com base em uma fórmula matemática (TCU, 2012c).

Entretanto, a partir dos resultados apresentados pelos levantamentos, não há informação sobre quais questões são fatores críticos de sucesso que contribuem para o desempenho das instituições melhor posicionadas no *ranking* do iGovTI. Além disso, as análises dos levantamentos são univariadas, ou seja, cada variável é tratada de forma isolada. Segundo Vicini (2005), quando existem muitas variáveis envolvidas, a análise univariada pode falhar, uma vez que além das informações provenientes das estatísticas isoladas, é necessário conhecer a totalidade das informações oriundas do conjunto das variáveis, bem como suas relações. Vale citar a pesquisa realizada pelo ITaudit (2007) no setor privado motivada pelo aumento da burocracia e pela diminuição do desempenho das empresas ao adotarem uma série de objetivos de controle e indicadores, essencialmente os oriundos das boas práticas ITIL e COBIT. Nessa pesquisa foi constatado que o princípio de Pareto se aplica aos controles dessas disciplinas, ou seja, 20% do conteúdo desses controles terão impacto próximo ao total (ITaudit, 2007).

Por outro lado, a APF vive um momento particular, quanto ao excesso de mecanismos de controle, que leva as gestões a uma espécie de *miopia da medição e loucura da medição* (Neely & Adams, 2000; Attadia & Martins, 2003), correlato à grande quantidade de itens de avaliações da GTI.

Além das exigências do controle interno e externo, a pressão sobre o gestor de TI se motiva pelo expressivo montante de gastos. De fato, de janeiro a julho de 2014, os órgãos e unidades da administração federal direta (AFD), autárquica e fundacional gastaram R\$ 2,86 bilhões em contratação de bens e serviços de TI, por meio de 8.539 processos de compras (MPOG, 2014). Desse total, 2,129 processos (25%), ocorreram por meio de pregão eletrônico, contabilizando o gasto de R\$ 2,48 bilhões (MPOG, 2014). Os gastos dos anos anteriores, bem como o volume de processos em contratação de bens e serviços de TI, podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3

**Gastos em investimentos de TI, 2008 a julho de 2014**

<b>Ano</b>	<b>Processos de compra</b>	<b>% relativa dos processos</b>	<b>Valor dos gastos</b>	<b>% relativa dos valores</b>
2014 <sup>1</sup>	8.539	7%	2.868.940.496,90	11%
2013	15.265	12%	5.035.480.781,39	15%
2012	13.971	11%	6.947.797.543,66	18%
2011	18.207	14%	3.922.397.530,96	13%
2010	21.298	17%	5.418.355.129,50	24%
2009	24.240	19%	3.191.030.878,47	16%
2008	24.240	19%	3.000.217.072,65	3%
<b>Total</b>	<b>125.760</b>	<b>100%</b>	<b>30.384.219.433,53</b>	<b>100%</b>

Nota: <sup>1</sup> Janeiro a julho de 2014. Até a conclusão desta pesquisa o Comprasnet não havia divulgado todos os resultados de 2014. Fonte: MPOG (2014)

Observando a Tabela 3, verifica-se que à medida que os anos passam existe uma tendência de diminuição da quantidade processos, entretanto em relação ao volume de gastos não é possível estabelecer uma tendência, constatando-se tão somente que a média total de gastos em TI na está na ordem de R\$ 3 bilhões/ano. Tais gastos e quantidades de atividades relacionadas às compras na AFD pressupõem controles robustos e conduções eficazes das ações relacionadas à gestão da TI.

Identificados tais problemas, e considerados os montantes financeiros envolvidos, busca-se nesta pesquisa uma modelagem estatística em que as questões, representadas como variáveis sejam significativas para a boa governança de TI.

Assim, os objetivos desta pesquisa são primeiramente identificar e verificar, por meio de análises estatísticas, variáveis que podem ser consideradas FCS. Além disso, outro objetivo é comparar os FCS identificados com aqueles mencionados em entrevistas com executivos de TI de instituições públicas, especificamente no que se refere à FCSs que contribuam para desempenho das organizações públicas com alto desempenho no iGovTI.

Apesar de o último Levantamento em GTI ser do ano de 2014, a pesquisa analisa os dados do Levantamento em GTI do ano de 2012, uma vez que as entrevistas de identificação dos FCS, parte inicial do método, foram iniciadas e finalizadas antes da disponibilização da base de dados do Levantamento em GTI de 2014 pelo TCU.

Este artigo está dividido em 6 seções, incluindo esta introdução. Na Seção 2, é apresentado o Referencial Teórico; na Seção 3, se tem a Metodologia; na Seção 4 apresenta-se o Desenvolvimento e Resultado da Pesquisa; na Seção 5, encontram-se as Discussões e; na Seção 6 estão as Considerações Finais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentado o referencial teórico utilizado na pesquisa. Na Subseção 2.1 são apresentados conceitos em governança corporativa pública e na Subseção 2.2 são apontadas noções de governança de TI pública. Depois são sumarizados os métodos desta pesquisa, por meio das seguintes seções: Subseção 2.3 abordará Análise de Componentes Principais (ACP); na Subseção 2.4 é visto o conceito de Máquinas de Vetores de Suporte (MVS), enquanto que na Subseção 2.5 se aprecia a definição de Eliminação Recursiva de Variáveis (ERV). Para esta pesquisa, o MVS e o ERV são utilizados para especificar problemas de classificação.

### 2.1 Governança Corporativa Pública

Este estudo analisa o contexto da governança na APF. Assim, nesta subseção são apresentados os conceitos sobre governança pública, a origem do termo, as dificuldades e seus desafios no âmbito da esfera pública.

Em 1990, Crew e Twight (1990), discutem a importância do comportamento e dos custos de transação na avaliação da eficiência das estruturas de governança pública ou privada. Nessa pesquisa os autores destacam o trabalho de Williamson (1985), em que as estruturas de governança privada fornecem um método de **atenuar o oportunismo** e de **ajudar a economizar** por meio de uma **racionalidade** limitada que conduz à diminuição dos custos de transação. Especificamente no contexto público, os autores afirmam que o grande desafio é criar **estruturas de governança pública** que incorporem algumas das propriedades de **aumento da eficiência** que existem nas estruturas de governança privada.

Vale frisar que no setor público, o tomador de decisões governamental tem geralmente o incentivo para aumentar os custos de transação, enquanto o contribuinte individual tem poucos incentivos para cobrar estruturas de governança eficientes, uma vez que ele se apropria de apenas uma pequena parte dos ganhos. Além disso, o aumento do custo social

dos programas redistributivos asseguram as preferências políticas durante a tomada de decisão (Crew & Twight, 1990).

Conseqüentemente a direção e o controle sobre esses interesses se faz necessário, sendo um dos pilares de uma boa governança pública que mitiga os conflitos advindos dos interesses dos agentes políticos, dos agentes públicos, da sociedade e demais partes interessadas. Para Australian National Audit Office [Anao] (2003), a boa governança pública significa que a liderança da organização, o seu pessoal, o governo e a população contam que as instituições públicas fazem bem feito o seu trabalho, com probidade e com responsabilização.

Segundo Anao (2003) as relações estabelecidas entre os vários elementos da boa governança com **liderança, conduta ética e cultura de desempenho**, mostram-se cruciais e se adiciona a esses elementos **compromisso e integridade** (Barrett, 2005; Marques, 2007). Adicionalmente, ressaltam-se os princípios comumente aceitos na literatura para se alcançar a boa governança corporativa, quais sejam:

- **transparência:** necessidade dos altos dirigentes das organizações públicas exporem toda informação relevante aos interessados e se colocarem à disposição para esclarecimentos, de forma que os interessados confiem nos processos de tomada de decisão, na gestão e nos agentes públicos (International Federation of Accountants [IFAC], 2001; Barrett, 2005; Marques, 2007);
- **integridade:** necessidade dos altos dirigentes serem honestos e objetivos, adotando voluntariamente altos padrões de comportamento que conduzam os interessados ao reconhecimento de que seu comportamento é probo e apropriado (IFAC, 2001);
- **responsabilização (do inglês *accountability*):** necessidade de que os altos dirigentes assumam integralmente a responsabilidade por decisões e ações de sua alçada e prestem contas por estas ações, inclusive pelos resultados alcançados (IFAC, 2001; Barrett, 2005; Marques, 2007); e
- **conformidade (do inglês *compliance*):** conselheiros e executivos devem zelar pela perenidade das organizações e, portanto, devem incorporar considerações sociais e ambientais na definição dos negócios e nas operações das empresas (Alvares, Giacometti & Gusso, 2008).

Além desses **princípios** que devem reger a governança pública, Fontes Filho (2003) aponta para as questões de governança que incluem a gestão das **políticas públicas**<sup>1</sup>, o exercício de poder e o controle na sua aplicação. Para Procopiuck (2013), a governança em órgãos públicos se certifica que os empreendimentos públicos terão efetivo potencial de enfrentar problemas presentes e futuros, sendo entendido como o sistema de **proteção dos interesses dos cidadãos** contra os atos lesivos que os agentes públicos podem causar ao patrimônio público.

---

<sup>1</sup> Segundo Procopiuck (2013), as políticas públicas são relacionadas ao interesse público porque afetam, direta ou indiretamente, todos os membros da sociedade. Sendo formuladas a partir de atividades parlamentares e administrativas para a resolução de problemas reais. Frisa-se que essas políticas apresentam diretrizes gerais para a ação envolvendo interesses coletivos articulados na esfera pública. Para isso, os mecanismos utilizados são orientações normativas para elaboração de estratégias, programas e planos que procuram adequar meios para atingir determinados fins.

## 2.2 Governança de TI Pública

Segundo Barbosa (2008) as políticas públicas específicas de TI são denominadas de GTI no setor público. Em países como Estados Unidos, Canadá e Reino Unido as práticas de GTI alinham-se às arquiteturas corporativas e às boas práticas de mercado para a gestão de TI, conforme preconizadas pelas estruturas de referência, tais como o COBIT e ITIL (Ramos & De Sousa Jr., 2014).

No Brasil os esforços para o bom emprego de GTI na administração pública, alinhadas às arquiteturas corporativas é algo distante de ser conquistado na maioria das instituições. Porém, uma significativa mudança desse cenário começou a ocorrer a partir do ano 2007. Desde o ano 2007, levantamentos e fiscalizações em GTI têm sido realizados pela Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação (SEFTI) do TCU. Dessas investigações surgiram Acórdãos que passaram a guiar as ações em GTI da APF.

Entretanto, dessas análises, a principal conclusão é que a situação da GTI merece atenção em vários aspectos. A Tabela 4 mostra os problemas diagnosticados pela SEFTI, desde o ano 2007 até o ano 2013.

Tabela 4  
**Diagnóstico da GTI pelos Levantamentos do TCU-SEFTI**

Ano	Tema da pesquisa	Problemas diagnosticados	Acórdão/ Referencias
2007	1º Levantamento de GTI realizado pelo TCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falha no planejamento estratégico institucional e de TI;</li> <li>• falhas na segurança da informação;</li> <li>• falha na continuidade de negócio;</li> <li>• falha na carreira de TI.</li> </ul>	Acórdão 1.603/2008-TCU-Plenário. (TCU, 2008b)
2007	Fiscalização de Orientação Centralizada – Terceirização em TI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falhas nos planejamentos estratégicos corporativos e de TI</li> <li>• falha na análise de riscos de TI;</li> <li>• inexistência de plano de continuidade do negócio;</li> <li>• falhas nos projetos básicos das contratações de TI.</li> </ul>	Acórdão 2.471/2008 - TCU Plenário. (TCU, 2008c)
2010	2º Levantamento de GTI realizado pelo TCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falhas na gestão de ativos de informação;</li> <li>• falhas na gestão de incidentes de segurança da informação;</li> <li>• falhas na gestão de riscos;</li> <li>• falhas na gestão de continuidade do negócio.</li> </ul>	Acórdão 2.308/2010-TCU-Plenário (TCU, 2010b)
2010	Fiscalização de Orientação Centralizada – Avaliação da gestão e do uso da TI na APF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• em treze das catorze instituições auditadas, verificou-se que a situação era pior do que a declarada;</li> <li>• somente uma instituição estava em situação melhor do que a declarada.</li> </ul>	Acórdão 1.233/2012-TCU-Plenário. (TCU, 2012a)
2012	3º Levantamento de GTI realizado pelo TCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falhas no estabelecimento de metas e no acompanhamento dos resultados de TI;</li> <li>• falhas em processos de segurança da informação;</li> <li>• falhas no planejamento e na gestão de contratos de TI;</li> <li>• falhas na gestão de serviços de TI.</li> </ul>	Acórdão 2.585/2012-TCU-Plenário. (TCU, 2012b)
2013	Nova Fiscalização de Orientação Centralizada com foco em resultados e riscos de TI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• falta de um processo formal de planejamento estratégico de TI;</li> <li>• falta de avaliação quantitativa ou qualitativa dos seus recursos humanos de TI;</li> <li>• falta de recursos humanos de TI são insuficientes frente à necessidade de negócio;</li> <li>• falhas em processos relacionados à segurança da informação.</li> </ul>	Acórdão 3117/2014 – TCU – Plenário. (TCU, 2013b)

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Na Tabela 4, os problemas que mais se repetem ao longo dos anos são relacionados a falhas na segurança da informação, em que todos os anos de avaliação tiveram deficiências apontadas; falhas no planejamento estratégico institucional (PEI) e no planejamento estratégico de TI (PETI), diagnosticadas nos anos 2007 e 2013; falhas nos projetos básicos de contratações de TI, ressaltadas nos anos 2007 e 2012 e; falhas na análise de riscos de TI, citadas nos anos de 2007 e 2010.

Além dessas falhas, Pacheco (2011) afirma que 87% dos indicadores de benefícios dos principais sistemas de informação não são acompanhados, 71% dos gestores não avaliam regularmente o desempenho da TI, 76% desses gestores não definem indicadores de desempenho e 57% não definem objetivos de desempenho.

Por conta desse panorama, a GTI se torna ainda mais importante para a administração pública. Segundo TCU (2010a: 1):

“O objetivo da governança de tecnologia da informação (TI) é assegurar que as ações de TI estejam alinhadas com o negócio da organização, agregando-lhe valor. O desempenho da área de TI deve ser medido, os recursos, propriamente alocados e os riscos inerentes, mitigados”.

A partir da boa aplicação da GTI se torna possível gerenciar e controlar as iniciativas de TI nas instituições públicas, garantindo o retorno aos altos investimentos. A governança adequada da área de TI na APF promove a proteção a informações críticas e contribui para que esses órgãos atinjam seus objetivos institucionais.

### 2.3 Análise de Componentes Principais

Segundo Sabin, Ferrão e Furtado (2004) e Silva et al. (2012), a Análise de Componentes Principais (ACP), do inglês *Principal Component Analysis* – PCA, é utilizada para compressão de dados para identificação das relações entre características dos dados. Tal compressão é obtida por meio da substituição das variáveis originais por um novo conjunto de variáveis, conhecidas como Componentes Principais (CPs). As CPs são obtidas pela combinação linear das variáveis que apresentam a maior variabilidade na matriz de covariância. Assim, objetivo principal da ACP é identificar as CPs responsáveis pelas maiores variações entre os resultados. Em termos práticos eliminam-se algumas variáveis com pouca informação e determinam-se as variáveis de maior influência na formação de cada CP.

Conforme Vicini (2005:29), para o processo de determinação das CPs

“é necessário calcular matriz de variância-covariância ( $\Sigma$ ), ou na matriz de correlação ( $R$ ), encontrar os autovalores e autovetores e, por fim, escrever as combinações lineares, que serão as novas variáveis, denominadas de componentes principais, sendo que cada componente principal é a combinação linear de todas as variáveis originais [...] em ordem de estimação e em termos da variância total, contida nos dados iniciais”.

Ressalta-se que não são todas as CPs a serem analisadas, mas apenas aquelas com maior variância. Alguns autores (Kaiser, 1960; Mardia, 1979; Vicini, 2005) determinam as CPs por meio da porcentagem que representam, geralmente, mais de 70% da informação.

Conforme Silva et al. (2012) para a geração dos CPs, considera-se uma matriz  $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)$  de dimensões  $n \times p$  (a Seção 4 mostra as dimensões utilizadas nesta pesquisa) originada a partir de um vetor aleatório. A matriz de variância-covariância  $\Sigma_{p \times p}$  das

amostras da matriz  $X$  é calculada por meio da seguinte expressão  $\Sigma_{p \times p} = \frac{1}{n} X^T X$ , onde  $T$  é o operador de transposição de uma matriz. Nota-se que a matriz de variância-covariância é uma matriz quadrada e não negativa. Portanto, pode-se aplicar a decomposição em autovalores, do *Eigenvalue Decomposition* (EVD), da matriz  $\Sigma_{p \times p}$  resultando em um produto de três matrizes.

$$\Sigma_{p \times p} = V \Lambda V^T,$$

onde  $V$  é a matriz de autovetores e  $\Lambda$  é a matriz cuja diagonal principal contém os autovalores. Para cada autovalor  $\lambda_i$  da matriz  $\Sigma_{p \times p}$  existe um autovetor unitário e ortogonal  $v_i$ .

$$v_i = \begin{pmatrix} v_{i1} \\ v_{i2} \\ \vdots \\ v_{ip} \end{pmatrix}$$

A  $i$ -ésima coluna da matriz  $V$  é o autovetor normalizado  $v_i$  correspondente ao autovalor  $\lambda_i$ . Desta forma, define-se  $i$ -ésima componente principal ( $Y_i$ ) como sendo

$$Y_i = \lambda_i v_i$$

Salienta-se que a ACP é baseada na EVD já que parte dos autovalores e dos autovetores representam as CPs.

A Figura 1 mostra geometricamente a ACP de duas variáveis  $X_1$  e  $X_2$ . A nuvem de pontos representa o diagrama de espalhamento destas duas variáveis. Conforme explicado, o primeiro passo é o cálculo da matriz de variância-covariância e em seguida se aplica a EVD. Verifica-se que a  $CP_1$ , denominado CP principal (com a maior variância), é ortogonal à segunda CP ( $CP_2$  com a menor variância). Note que as duas variáveis são perpendiculares porque as variáveis obtidas pela ACP são independentes. Logo, após a aplicação da ACP, ao invés de representar os dados por meio de duas variáveis correlacionadas  $X_1$  e  $X_2$ , eles podem ser representados por duas variáveis independentes  $Y_1$  e  $Y_2$ . Dada a elevada correlação entre  $X_1$  e  $X_2$ , verifica-se que as duas variáveis  $X_1$  e  $X_2$  podem ser aproximadas por uma única variável  $Y_1$  na Figura 1.

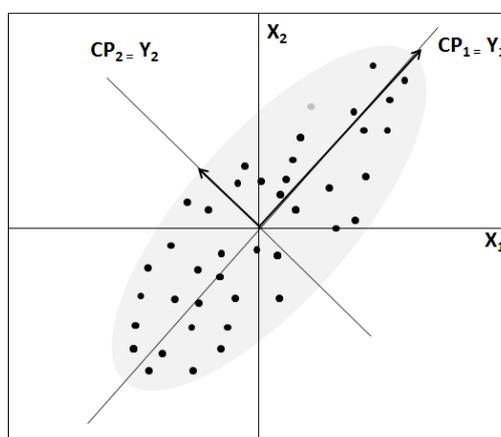


Figura 1 – Representação e Rotação do Componente Principal  
Fonte: Desenvolvido pelos autores

A Figura 1 reforça a ideia da ACP cujo objetivo inicial é a identificação de planos e linhas que representem um conjunto de pontos em um espaço com um número menor de variáveis tendo em vista as possíveis correlações que podem existir entre as variáveis originais.

Assim, para o método da estatística multivariada ACP utilizar todas variáveis, separa-se a informação útil da informação redundante (Finkler, 2003). Ressalta-se que a ACP é um dos primeiros passos para outras análises multivariadas, sendo um dos métodos mais comuns empregados na análise de informações (Sabin, Ferrão & Furtado, 2004; Silva et al., 2012).

## 2.4 Máquinas de Vetores de Suporte (MVS)

Máquina de Vetores de Suporte (MVS), do inglês *Support Vector Machine (SVM)*, é um método supervisionado de aprendizagem de máquina, não probabilístico, baseado na teoria de aprendizagem estatística, usado para classificação, regressão e detecção de padrões. MVS pode ser aplicado por meio de dois passos: o primeiro passo é o treinamento de um modelo a partir de um determinado conjunto de dados; o segundo consiste em estimar a classificação de dados a partir da aplicação do modelo treinado.

Quando aplicado para classificação, MVS busca a identificação de um hiperplano que separe os dados em classes distintas, por meio de uma margem máxima entre duas classes de dados. Dessa forma, um conjunto de dados é linearmente separável se for possível dividir seus dados em duas classes, por meio um hiperplano, conforme na Figura 2.

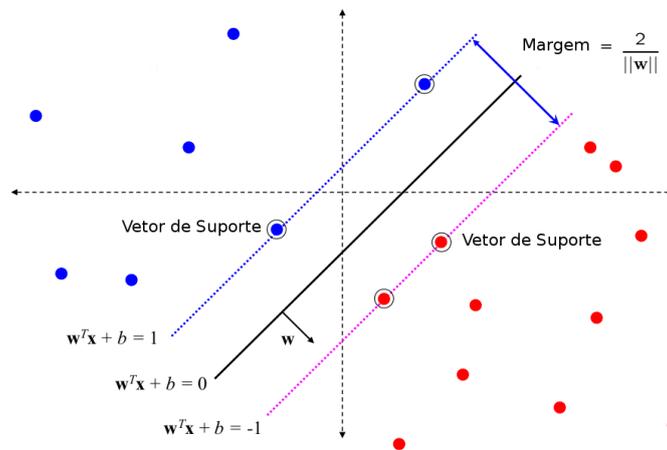


Figura 2 – Separação Linear por Margem Máxima

Fonte: Desenvolvido pelos autores

Dado um conjunto de dados previamente classificados,  $(x_i, y_i)$ ,  $x_i \in \mathbf{R}^n$ ,  $y_i \in \{1, -1\}$ ,  $i = 1, \dots, l$ , um classificador linear pode ser definido por:  $w^T \cdot x + b = 0$ , desta forma o hiperplano ótimo é definido pelos valores ótimos do vetor de pesos  $w_i$  e do bias  $b_i$ , de forma que  $w^T \cdot x + b = 1$  e  $w^T \cdot x + b = -1$  representam respectivamente os vetores de suporte positivos e negativos, que são os pontos próximos à margem do hiperplano ideal. A margem máxima, entre os vetores de suporte, é definida por:

$$\frac{w}{|w|} \cdot x_+ - x_- = \frac{w^T x_+ - x_-}{|w|} = \frac{2}{|w|}$$

As funções de kernel têm o objetivo de projetar os vetores de variáveis de um conjunto de dados em um espaço de maior dimensão, para a classificação de classes originalmente

apresentadas em espaços não separáveis linearmente. Com o aumento da dimensão, aumenta a probabilidade desses dados poderem ser linearmente separáveis.

Uma função kernel  $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \varphi(\mathbf{x}_i)^T \varphi(\mathbf{x}_j)$  pode ser usada para treinar a MVS. Uma MVS linear tem  $\varphi(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$ , assim uma função kernel linear pode ser representada por  $K(\mathbf{x}_i, \mathbf{x}_j) = \mathbf{x}_i^T \mathbf{x}_j$ .

Foi adotada a estratégia "um contra um" (Knerr, Personnaz & Dreyfus, 1990), para a utilização de MVS para a classificação de muitas classes. Esta estratégia consiste em construir uma máquina vetor de suporte para cada par de classes. Para um problema com  $c$  classes,  $c(c-1)/2$  MVSs são treinados para classificar as classes entre as  $c$  classes possíveis.

## 2.5 Eliminação Recursiva de Variáveis (ERV)

Dado um algoritmo de classificação, que possa estimar pesos para as variáveis de um conjunto de dados, o objetivo da Eliminação Recursiva de Variáveis (ERV), do inglês *Recursive Feature Elimination (RFE)* (Guyon, 2002), é selecionar variáveis por meio da redução recursiva da quantidade de variáveis, eliminando recursivamente as variáveis de menor peso para classificação por meio do algoritmo adotado.

Primeiramente, um modelo é treinado, utilizando o conjunto de dados inicial e o algoritmo selecionado, durante o treinamento são atribuídos pesos para cada variável, representando a importância de cada variável para a classificação. Em seguida, as variáveis com menor peso são eliminadas do conjunto de dados. Este processo, de treinamento, ordenamento de variáveis e eliminação de variáveis menos importantes, é repetido recursivamente até a obtenção do número desejado de variáveis, ou até a satisfação de alguma condição, como um limiar de taxa de erro de um algoritmo de classificação.

As variáveis com maiores pesos apresentam maior influência na classificação (Guyon, 2002). Desta forma, se um algoritmo de classificação apresenta boa acurácia, as variáveis com maiores pesos representam as variáveis que apresentam maior influência para a classificação.

MVS-ERV (Guyon, 2002) é uma aplicação da ERV utilizando os pesos obtidos por meio do treinamento utilizando MVS como algoritmo de classificação, para identificar as variáveis mais importantes para predições de classificação e eliminar recursivamente as variáveis que menos influenciam na classificação.

## 3 METODOLOGIA

Quanto aos fins e natureza, esta pesquisa é exploratória, descritiva e aplicada (Malhotra, 2001). Inicialmente, a pesquisa é **exploratória**, uma vez que há a necessidade de se ter maior entendimento do fenômeno a ser estudado. Depois a pesquisa é **descritiva** por expor as características de uma determinada população, buscando ser a descrição de algo que normalmente são características ou funções do mercado. É **aplicada** por possuir uma finalidade prática que é contribuir para a análise de GTI na APF no Brasil.

O **universo** desta pesquisa são as entidades da APF jurisdicionadas pelo TCU, e a **amostra** considerou os mesmos critérios de seleção utilizados pelo SEFTI no ano de 2012. Assim são consideradas as 349 instituições públicas da administração pública participantes desse levantamento.

A **coleta de dados** contemplou dados secundários disponibilizadas da base de dados do Levantamento de GTI 2012. Para solicitação do banco de dados do Levantamento de GTI, utilizou-se o acesso à Lei de Informação do TCU.

A **abordagem de pesquisa** é qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa foi realizada por meio de entrevistas individuais, no período de agosto a novembro do ano 2014, com 26 executivos de TI de 26 instituições públicas classificadas como “Aprimorada” em GTI pelo TCU, fruto do resultado do iGovTI, superior 0,6. A partir de tais entrevistas foram identificados 259 FCS.

Para a análise desses FCS, usou-se análise de conteúdo categorial temática que se organiza em torno de três fases: *i*) pré-análise; *ii*) exploração do material e; *iii*) tratamento dos dados, inferência e interpretação (Bardin, 2012). Tal método permitiu a categorização por temas dos FCS identificados.

Segundo Bardin (2012), o tema é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado, por meio de critérios relativos à teoria, que serve de guia à leitura. Depois, os temas são agrupados em “núcleos de sentido”, denotados categoria nesta pesquisa, inspiradas na literatura e nos dados obtidos no campo, designadas grade mista por Vergara (2008). Finalmente, por meio dessas categorias foi possível identificar as questões de conteúdo semelhante ou afins com o Levantamento de GTI de 2012 do TCU.

Como esta pesquisa tem como objetivo a identificação estatística dos FCS. Logo, como método complementar ao levantamento dos FCS identificados anteriormente, será utilizada a ACP, motivado pela complexidade do Levantamento de GTI de 2012 e pela capacidade de identificação de CPs.

Entretanto, para o objetivo específico de classificar as empresas conforme o iGovTI, é necessário um complemento, que é dado por técnicas que possam identificar quais variáveis são mais importantes para classificação das instituições de acordo com o iGovTI.

Em outras palavras, é importante selecionar algoritmos que sejam mais eficiente na classificação das instituições de acordo com o resultado do iGovTI, a partir de suas respostas ao questionário do TCU. Neste estudo os algoritmos utilizados para a identificação das variáveis mais importantes para a classificação são MVS e ERV.

#### **4 DESENVOLVIMENTO**

Nesta seção é apresentado o desenvolvimento e os resultados desta pesquisa. Na Subseção 4.1 é vista a análise dos FCS; Na Subseção 4.2 será mostrada a análise entre as componentes principais e os FCS; Subseção 4.3 é sumarizada a ACP aplicada aos dados dos questionários; nas Subseções 4.4 e 4.5 serão apresentados os resultados obtidos por meio dos algoritmos MVS e ERV, respectivamente.

Antes de iniciar a apresentação das seções, é relevante lembrar que amostra utilizada nesta pesquisa se refere à base de dados secundários do Levantamento de GTI 2012 do TCU em

349 instituições públicas com 494 itens sobre GTI. Tal base de dados constitui uma matriz  $X_{349 \times 201}$ . As 201 colunas dessa matriz representam os 494 itens do questionário, que estão distribuídas nas seguintes dimensões: *i*) Governança corporativa e de TI (D1); *ii*) Estratégia e planos (D2); *iii*) Informação e conhecimento (D3); *iv*) Pessoas (D4); *v*) Processos (D5); *vi*) Resultados (D6); *vii*) Resultados da governança para o cidadão (D7); *viii*) Resultados da governança para o cidadão (D8).

#### 4.1 Fatores Críticos de Sucesso

A análise multivariada extrai as informações principais que compõe determinada base de dados, por meio da identificação as variáveis mais relevantes para análise. Entretanto, a análise multivariada deve fazer parte de um contexto de tomada de decisão. No caso desta pesquisa o foco está na customização da GTI, para a racionalização dos custos de TI na criação de valor no processo produtivo da organização (McLane, 2003). Assim, tal como a análise quantitativa da ACP visa apresentar as informações mais relevantes, o método de levantamento de FCS identifica as poucas áreas chaves onde as “coisas devem ocorrer adequadamente” para que o negócio floresça e para que os objetivos do gerente sejam alcançados (Dias Junior; Gussoni & Muniz Junior, 2009).

Nesta pesquisa, descobriram-se 32 “núcleos de sentido” ou categorias que possuem um significado para o objeto analítico escolhido. Tal categorização foi complexa porque na própria literatura não existe delimitação clara sobre os temas em GTI. Para isso, as publicações foram selecionadas por meio de análise bibliométrica (Ramos & De Sousa Jr., 2015), sobre o tema FCS e GTI. A Tabela 5 mostra as categorias que agrupam os FCS.

Tabela 5

##### **Categorias dos FCS em GTI de instituições públicas aprimoradas em GTI**

<b>Categoria representante de FCS</b>	<b>Porcentual</b>	<b>Categoria representante de FCS</b>	<b>Porcentual</b>
Gestão de pessoal de TI	76,92%	Estrutura organizacional de TI	30,77%
Alinhamento entre TI e o negócio	69,23%	Gestão do usuário de TI	30,77%
Gestão de projetos de TI	53,85%	Gestão de entregas	30,77%
Processos de gestão de serviços de TI em desenho do serviço	53,85%	Controle de GTI	26,92%
Formulação e planejamento de estratégia de TI	50,00%	Direcionadores de estratégia de TI	26,92%
Princípios para o desenvolvimento de soluções	42,31%	Gestão de infraestrutura	26,92%
Gestão de recursos financeiros e orçamentários	42,31%	Central de serviços	26,92%
Gestão de demandas	42,31%	Utilização de melhores práticas	23,08%
Gestão de serviços	42,31%	Políticas e diretrizes de GTI	23,08%
Estrutura organizacional de GTI	38,46%	Processos de gestão de serviços de TI em transição de serviços	19,23%
Plano diretor de tecnologia da informação (PDTI)	38,46%	Modelo de gestão de negócio de TI	15,38%
Processos de gestão de serviços de TI em operação do serviço	38,46%	Comunicação com as partes interessadas	15,38%
Gestão de processos para desenvolvimento de soluções	34,62%	Gestão do conhecimento	11,54%
Gestão de fornecedores	34,62%	Normas e diretrizes para GTI	11,54%
Gestão de contratos	34,62%	Definição de arquiteturas	7,69%
Priorização de projetos de TI	30,77%	Gestão de processos de TI	3,85%

Nota. Fonte: Dados da pesquisa

As 32 categorias da Tabela 5 resumem 259 FCS e as colunas “Porcentual” se referem às respostas de cada instituição entrevistada por categorias de FCS. Assim, a categoria “Gestão do Pessoal de TI” teve a maior quantidade de respostas com 76,92%.

Após a categorização, buscaram-se por meio da análise temática a similaridade entre as categorias e as questões do Levantamento de GTI 2012. Verificou-se que tais categorias possuem temática semelhante a 54 questões (itens) do questionário do levantamento supracitado que pertencem às dimensões D1, D2, D3, D4 e D5 (Tabela 6).

Tabela 6  
Itens do levantamento de GTI 2012 identificadas como FCS

Itens da D1	Itens da D2	Itens da D3	Itens da D4	Itens da D5
Q12a	Q21	Q31a	Q44	Q51a
Q12a1	Q22	Q31c	Q45b	Q51b
Q12a2	Q23b	Q31d		Q51c
Q12a3	Q23e			Q51d
Q12a5	Q23f			Q51e
Q12a6	Q23h			Q51f
Q12a7	Q23j			Q51g
Q12a8	Q23k			Q51h
Q12a11	Q24			Q51i
Q12a13				Q51j
Q12b				Q51k
Q12c				Q51l
Q12e				Q51n
Q13b				Q51o
Q13c				Q51p
Q13d				Q51r
Q14b				Q52
Q15f				Q53e
				Q55
				Q57c
				Q57h
				Q59

Fonte: Dados da pesquisa

#### 4.2 Análise das componentes principais (ACP) versus fatores críticos de sucesso (FCS)

Considerando a relevância qualitativa dessas variáveis, elaboraram-se as seguintes hipóteses:

- **Hipótese 1:** as 54 variáveis correspondentes a FCS são consideradas variáveis de maior relevância pela análise ACP;
- **Hipótese 2:** as 54 variáveis correspondentes a FCS são determinantes para o bom posicionamento no *ranking* das instituições avaliada.

A seguir a Figura 3 representa uma classificação das componentes em FCS ou não FCS. Desta forma, os autovalores de cada uma das variáveis foram classificadas como 1 (é um FCS) ou -1 (não é um FCS). Os resultados mostraram que não existe um distanciamento muito significativo entre os autovalores, ou seja, não há um grupo de poucos autovalores que representam um alto percentual da variância total, que é obtido por meio dos autovalores. Como comparação, utilizou-se a classificação de FCS feita anteriormente, a partir dos dados colhidos em entrevistas.

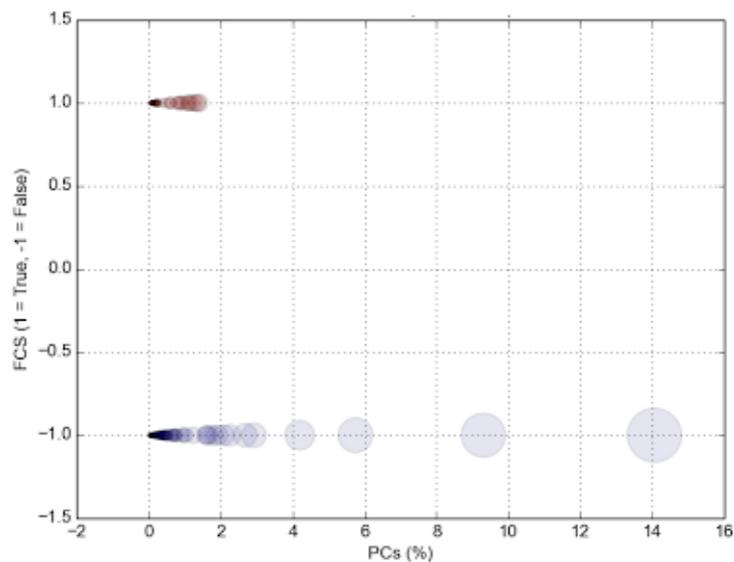


Figura 3 – PCs versus FCS

Fonte: Dados da pesquisa

Além disto, para se identificar os maiores autovalores, cada ponto da Figura 3 tem o tamanho proporcional ao tamanho do seu autovalor. Desta forma os maiores círculos representam os maiores autovalores.

A Figura 3 mostra que as variáveis de maiores autovalores foram classificadas como não sendo FCS, em comparação com os FCS obtidos por meio da pesquisa qualitativa, ou seja, a Hipótese 1 não é válida.

### 4.3 Análise das componentes principais

Para a análise eficiente da matriz original  $X_{349 \times 201}$  é relevante separar as informações úteis das redundantes. Segundo Johnson e Wichern (1992), há vários instrumentos para essa finalidade, mas a ACP é a que melhor desempenha este papel.

Uma vez calculados os autovalores da matriz original, temos um resultado que mostra que aproximadamente 70% da variabilidade dos dados é explicado por 51 componentes principais. O critério para a escolha desses fatores foi o de identificar os autovalores que possuem variância acumulada em torno de 70% (Kaiser, 1960; Mardia, 1979, Vicini, 2005). Tal valor também será utilizado nesta pesquisa (Tabela 7).

Tabela 7

**Autovalores**

<b>Ordem dos autovalores</b>	<b>Autovalores</b>	<b>% da variância explicada</b>	<b>Autovalores acumulados</b>	<b>% da variância explicada acumulada</b>
1.	24,88966	12,38292	24,8897	12,3829
2.	10,33305	5,14082	35,2227	17,5237
3.	7,49873	3,73071	42,7214	21,2545
4.	5,27875	2,62625	48,0002	23,8807
5.	4,78008	2,37815	52,7803	26,2588
6.	4,49112	2,23439	57,2714	28,4932
7.	3,73598	1,85870	61,0074	30,3519
8.	3,59164	1,78689	64,5990	32,1388
9.	3,19618	1,59014	67,7952	33,7290
10.	3,11010	1,54731	70,9053	35,2763
11.	2,66175	1,32426	73,5671	36,6005
12.	2,54482	1,26608	76,1119	37,8666
13.	2,51698	1,25223	78,6289	39,1188
14.	2,40926	1,19864	81,0381	40,3175
15.	2,35614	1,17221	83,3943	41,4897
16.	2,30653	1,14753	85,7008	42,6372
17.	2,25284	1,12081	87,9536	43,7580
18.	2,11772	1,05359	90,0714	44,8116
19.	2,06312	1,02643	92,1345	45,8380
20.	2,01891	1,00443	94,1534	46,8425
21.	1,99258	0,99133	96,1460	47,8338
22.	1,97266	0,98142	98,1186	48,8152
23.	1,95377	0,97203	100,0724	49,7873
24.	1,86320	0,92696	101,9356	50,7142
25.	1,83124	0,91107	103,7668	51,6253
26.	1,80163	0,89633	105,5685	52,5216
27.	1,76688	0,87905	107,3354	53,4007
28.	1,70876	0,85013	109,0441	54,2508
29.	1,69776	0,84465	110,7419	55,0955
30.	1,66091	0,82633	112,4028	55,9218
31.	1,62693	0,80942	114,0297	56,7312
32.	1,60039	0,79621	115,6301	57,5274
33.	1,54662	0,76946	117,1767	58,2969
34.	1,51306	0,75277	118,6898	59,0496
35.	1,51005	0,75127	120,1998	59,8009
36.	1,47437	0,73352	121,6742	60,5344
37.	1,43597	0,71441	123,1102	61,2488
38.	1,42247	0,70770	124,5326	61,9565
39.	1,40464	0,69882	125,9373	62,6554
40.	1,35176	0,67252	127,2890	63,3279
41.	1,33162	0,66250	128,6207	63,9904
42.	1,32118	0,65731	129,9418	64,6477
43.	1,29010	0,64184	131,2320	65,2895
44.	1,26013	0,62693	132,4921	65,9165
45.	1,25589	0,62482	133,7480	66,5413
46.	1,22165	0,60779	134,9696	67,1491
47.	1,20095	0,59749	136,1706	67,7466
48.	1,18070	0,58741	137,3513	68,3340
49.	1,17744	0,58579	138,5287	68,9198
50.	1,16657	0,58038	139,6953	69,5001
51.	1,14340	0,56886	140,8387	70,0690

Nota. Fonte: Dados da Pesquisa

Depois da extração dos autovalores e do percentual da variância explicada, decide-se a quantidade de fatores a serem retirados para análise. Para isso, a Figura 4 em que o total de autovalores que está no eixo das ordenadas e os autovalores no eixo das abscissas, auxiliando na identificação. Tal figura consiste no *ranking* dos autovalores (eixo x), relacionado com o valor de cada autovalor (eixo y). Verifica-se na Figura 4 que uma queda menos acentuada ocorreu entre o quarto e o quinto autovalor. A partir dos autovalores superiores a 2, considera-se até o vigésimo valor, já que depois deste ponto, os valores dos autovalores sucessivos são praticamente constantes.

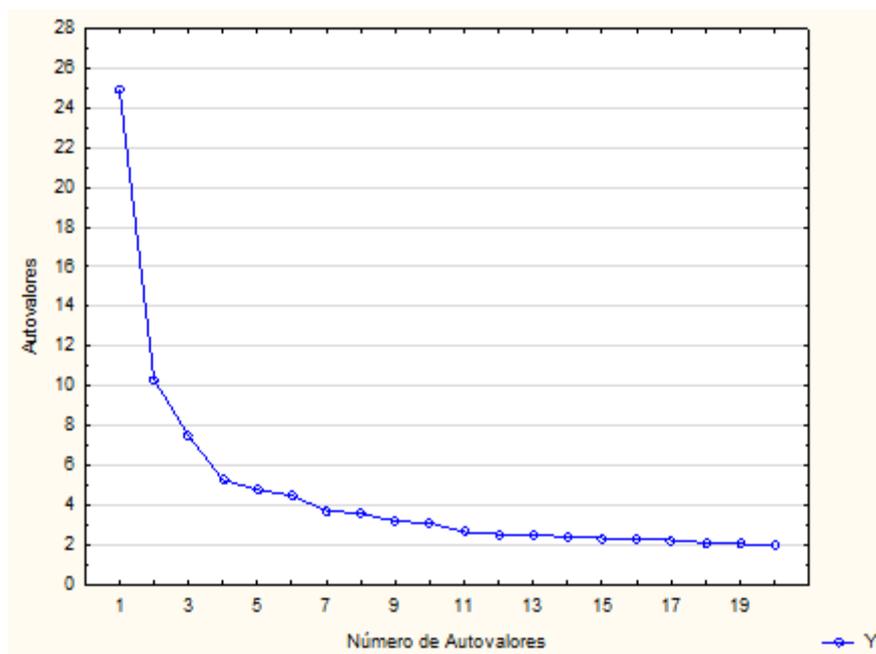


Figura 4 – *Ranking* dos autovalores  
Fonte: Dados da pesquisa

Visando encontrar os planos fatoriais, realizou-se a rotação dos eixos, onde as cargas fatoriais mais elevadas são as responsáveis pelas denominações das componentes e são estatisticamente significativas. As rotações de eixos melhor expressam a dispersão de dados. No modelo fatorial final, as variáveis das medidas estão maximizadas e as relações entre dimensões suavizadas (Vicini, 2005).

Para esta análise buscaram-se valores que possuem significância maior que 0,7, mostrando que a correlação entre as variáveis está de moderada a forte (Vicini, 2005). Essa identificação não seria possível sem a rotação dos eixos, possibilitando assim a melhor visualização das variáveis mais significativas em cada componente. Tal rotação mantém os eixos perpendiculares entre si, ou seja, ortogonais e a variabilidade do sistema não é alterada, apenas as coordenadas dos eixos são rotacionadas e a inércia do sistema fica inalterada.

A partir dos valores obtidos pela rotação das CPs, podem-se obter valores com significância maior que 0,7. Logo, foi possível a identificação das variáveis significantes de cada CP.

Para visualização desses fatores foi utilizado a Figura de dispersão (Figura 5). A Figura 5 mostra a caixa de seleção de variáveis e comandos para ACP em que se utilizam os fatores 1 e 2, eixo x e eixo y respectivamente. O objetivo dessa figura é fazer os planos principais

com a nuvem de pontos dos indivíduos, no caso as 349 instituições, destacando o posicionamento das respostas das instituições classificadas pelo iGovTI. Tal figura se baseia na rotação dos componentes principais e apenas os  $CP_1$  e  $CP_2$  foram utilizados.

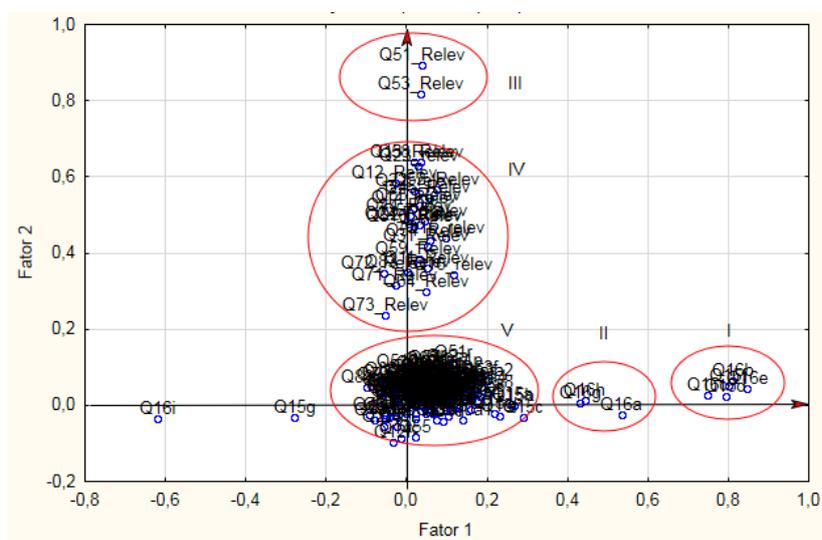


Figura 5 – Relação entre os  $CP_1$  e  $CP_2$   
Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 5, para analisar apenas a  $CP_1$ , projetam-se os pontos sobre o eixo da  $CP_1$  e se tem três grupos (V, II e I). O mesmo processo se aplica a análise da  $CP_2$ . Assim, observam-se três grupos (V, IV e III). Para cada grupo se seleciona apenas uma variável representativa, o restante é desconsiderado, uma vez que cada grupo significa correlação.

Para o grupo I, tomam-se as variáveis Q16d, Q16e e Q16f que são descorrelacionadas, já no grupo II a questão Q16g é questão selecionada. Ambos os grupos não apresentam FCS. Essas questões denotadas Q16, referem-se à Subdimensão 1.6 do questionário do TCU (A Alta Administração Utilizou Informações Fornecidas pela Auditoria Interna). Tal subdimensão verifica a participação da auditoria interna das instituições para o preenchimento do questionário.

Já no grupo III, que não tem FCS, a variável Q53\_Relev é a selecionada; precedida do grupo IV que também não apresenta FCS. Ressalta-se que ambas as questões apuram a relevância de determinado item. Pela análise ACP, o grupo V mostra as questões que não são representadas pelas  $CP_1$  e  $CP_2$ , é justamente este grupo que contem os FCS.

Depois, buscou-se por meio da análise das  $CP_3$ ,  $CP_4$  e  $CP_5$  a identificação de FCS (Figura 6). A Figura 6 mostra a análise dessas componentes principais que revela a existência de três grupos.

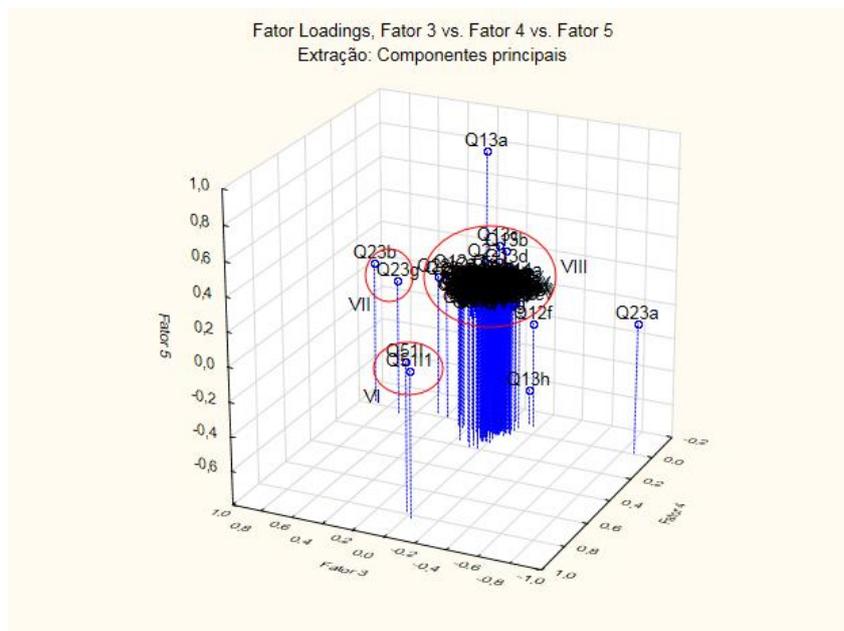


Figura 6 – Relação entre os CP<sub>3</sub>, CP<sub>4</sub> e CP<sub>5</sub>  
Fonte: Dados da pesquisa

A análise da Figura 6 mostra a existência de três grupos (VI, VII e VIII). O grupo VI contém a variável Q511 que corresponde a FCS e o grupo VII também possui FCS, a variável Q23b.

Na identificação das variáveis significativas das primeiras 20 componentes principais, com os autovalores superiores a 1, as questões que mais contribuem são Q16b (para responder às questões do grupo 2. Estratégias e planos), Q16c (para responder às questões do grupo 3. Informação e conhecimento), Q16d (para responder às questões do grupo 4. Pessoas), Q16e (para responder às questões do grupo 5. Processos) e Q16f (para responder às questões do grupo 6. Resultados da gestão), todas da dimensão “Governança corporativa e de TI, a alta administração utilizou informações fornecidas pela auditoria interna (ou instância equivalente)”. Nota-se que as variáveis Q16, citadas anteriormente, fazem parte do grupo I da Figura 5. Ao total foram identificadas 29 variáveis dos 20 primeiras CPs (autovalores maiores que 1) das variáveis com significância maior que 0,7. A Tabela 8 mostra quais são essas variáveis significativas.

Tabela 8  
**Variáveis com alta significância CP1 a CP20**

CP	Dimensão	Var.1	Sig.	Var. 2	Sig.	FCS
CP 01	D1	Q16b	0,8108	Q16c	0,7496	não
CP 01	D1	Q16d	0,7923	Q16e	0,8469	não
CP 01	D1	Q16f	0,7998			não
CP 02	D5	Q51_Relev	0,8941	Q53_Relev	0,8176	não
CP 03	D2	Q23a	-	Q23b	0,9009	não/sim
			0,8833			
CP 04	D5	Q51l	0,7925	Q51ll	0,8254	sim/não
CP 05	D1	Q13a	0,8842			não
CP 06	D5	Q57h	0,8285			sim
CP 07	D1	Q11f2	0,8362			não
CP 08	D5	Q53e	0,8684			sim
CP 09	D7	Q71	0,9111			não
CP 10	D4	Q45b	-			sim
			0,8960			
CP 11	D1	Q14c	-			não
			0,8605			
CP 12	D5	Q510d2	0,8322			não
CP 13	D6	Q64h	0,9240			não
CP 14	D8	Q83a	0,8822			não
CP 15	D1	Q15d	0,8738	Q15g	-0,7003	não
CP 16	D3	Q31b	0,9098	Q31e	-0,9070	não
CP 17	D2	Q23i	0,9286			não
CP 18	D1	Q11c1	0,9204			não
CP 19	D5	Q510e1	0,9362			não
CP 20	D4	Q45j	0,9536			não
<b>Total</b>			<b>29</b>			<b>5</b>

Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 8, verificaram-se as variáveis que são FCS, de acordo com resultado da pesquisa apresentada na Subseção 4.1. Das 29 questões apenas 5 são FCS, de acordo com classificação obtida por meio de pesquisa qualitativa, quais sejam: **Q23b** (a instituição aprovou e publicou PDTI interna e externamente); **Q51l** (gestão de configuração de ativos); **Q57h** (os pagamentos são feitos em função da mensuração objetiva dos resultados entregues e aceitos); **Q53e** (formalizou a política corporativa de segurança da informação); e **Q45b** (principal dirigente tem curso superior em qualquer área relacionada à TI).

Ainda na Tabela 8, chama-se atenção as CP<sub>3</sub>, CP<sub>15</sub> e CP<sub>16</sub>. Nelas constam variáveis com valor positivo ou negativo. Tal fato significa que quanto maior for a resposta de uma questão menor será a da outra. Frisa-se que isto só vale para questões que estejam em uma mesma variável ACP. Caso as questões tenham sinais diferentes (i.e. os elementos dos autovetores), mas em ACP diferentes o sinal positivo e negativo não importa.

A análise das categorias (Tabela 5) relacionadas às variáveis revela: A variável **Q45b** se associa à categoria Gestão de Pessoal de TI, que obteve o maior percentual entre as categorias (76,92%); **Q53e** é referente à categoria **Processos de Gestão de Serviços de TI em Desenho do Serviço** que mostrou porcentual igual a 53,85%; **Q57h** se liga à categoria **Gestão de Contratos** que teve porcentual de 34,62%; **Q23b** se vincula à categoria **PDTI** que teve 38,46%. Finalmente, a variável **Q51l** se relaciona à categoria **Processos de Gestão de Serviços de TI em Transição de Serviços** com 19,23%.

Devido ao baixo percentual de 17,24% de identificação de FCS da Tabela 8, realizou-se a análise das variáveis que completam as 51 componentes principais, referentes aos

autovalores da Tabela 7. Foram identificadas 33 variáveis, sendo que oito são FCS, 24,24% (Tabela 9). Somando os totais obtidos pela Tabela 8 e pela Tabela 9, tem-se 20,96% de variáveis que são FCS.

Tabela 9

**Variáveis com alta significância CP 21 a CP 51**

CP	Dimensão	Var.1	Sig.	Var. 2	Sig.	FCS
CP 21	D1	Q12e	0,7210	Q12e1	0,8314	sim/não
CP 22	D5	Q55a	0,8256			não
CP 23	D8	Q83b2	0,8816			não
CP 24	D7	Q72a3	0,9220			não
CP 25	D4	Q45g	-0,9334			não
CP 26	D5	Q510b1	0,8942			não
CP 27	D1	Q12e3	0,9294			não
CP 28	D1	Q12b	0,8415	Q12c	0,8934	sim/sim
CP 29	D1	Q12e2	0,9621			não
CP 30	D1	Q11_Relev	0,8400			não
CP 31	D2	Q24	0,9425			sim
CP 32	D5	Q510b2	0,9024			não
CP 33	D5	Q53a1	0,8840			não
CP 34	D1	Q13e	0,8986			não
CP 35	D4	Q45d	0,9487			não
CP 36	D1	Q16_relev	0,8364			não
CP 37	D5	Q51h	0,8175			sim
CP 38	D5	Q53d	0,8864			não
CP 39	D1	Q11c2	0,9258			não
CP 40	D1	Q11a	0,8674			não
CP 41	D1	Q15f	0,9201			não
CP 42	D4	Q45f	0,9450			não
CP 43	D5	Q53f	0,7871			não
CP 44	D4	Q45h	-0,9612			não
CP 45	D7	Q72a4	0,9401			não
CP 46	D3	Q31d	0,8714			sim
CP 47	D4	Q45i	0,9462			não
CP 48	D5	Q51e	0,8432			sim
CP 49	D4	Q45e	0,9406			não
CP 50	D1	Q12a1	0,8635			sim
CP 51	D8	Q83b5	0,9237			não
Total			33			8

Fonte: Dados da pesquisa

Na Tabela 9, as variáveis Q12a1, Q12b, Q12c, Q12e se referem à Subdimensão 1.2 (Estrutura de Governança de TI – Alta Administração da Instituição), quanto às categorias, essas variáveis estão distribuídas nos seguintes “núcleos de sentido”: Q12a1 – categoria Estrutura Organizacional de TI; Q12b e Q12 c – categoria Estrutura Organizacional de GTI, e Q12 - categoria Alinhamento entre TI e Negócio. A variável Q15f é da Subdimensão 1.5 (Auditoria Formal, por Iniciativa da Própria Instituição) e se correlaciona à categoria Gestão de Processos de TI. Depois, Q24 que faz parte da Subdimensão 2.4 (Processo Decisório de Priorização das Ações e Gastos de TI) se associa à categoria Priorização de Projetos de TI. Por último, as variáveis Q51e e Q51h são da Subdimensão 5.1 (Processos de Gestão de Serviços de TI) se vincula à categoria Gestão de Processos de TI.

Já a Figura 7 mostra a caixa de seleção de variáveis e comandos para ACP em que se utilizam os fatores 1 e 2, eixo x e eixo y respectivamente. O objetivo dessa figura é fazer os planos principais com a nuvem de pontos dos indivíduos, no caso as 349 instituições.



Após a análise ACP, verifica-se que a mesma não é útil para a análise da Hipótese 2. Para responder essa hipótese, é necessária a execução dos algoritmos de classificação que são apresentados na Subseção 4.4 e na Subseção 4.5.

#### 4.4 Máquinas de Vetores de Suporte

Para prever a classificação de uma instituição de acordo com suas respostas para as questões do questionário iGovTI, foram avaliados algoritmos de classificação que pudessem apresentar acurácia para a classificação de organizações de acordo com o iGovTI. Uma vez encontrado um algoritmo capaz desta classificação, é possível utilizar o algoritmo selecionado em conjunto com técnicas de *feature selection* para identificar as questões mais relevantes para a classificação da instituição de acordo com o iGovTI.

Assim, para a definição do algoritmo de classificação foram realizados testes em 21 algoritmos. Na Tabela 10 é apresentada uma listagem dos algoritmos avaliados e a taxa de acerto de classificação obtida.

Tabela 10

##### Algoritmos de Classificação Avaliados

Algoritmos de Classificação	Porcentual
KNN	71,4286%
ElasticNet	15,5336%
ElasticNetCV	83,1531%
LassoCV	82,7440%
LassoLarsIC	71,3763%
LinearRegression	36,0878%
LogisticRegression	77,1429%
OrthogonalMatchingPursuit	76,9630%
PassiveAggressiveClassifier	80,0000%
PassiveAggressiveRegressor	85,2184%
Perceptron	80,0000%
Ridge	52,9922%
RidgeClassifier	65,7143%
RidgeClassifierCV	74,2857%
RidgeCV	75,0149%
SGDClassifier	82,8571%
MultinomialNB	74,2857%
Ida.LDA	62,8571%
SVM.SVR	82,6885%
<b>SVM.SVC</b>	<b>91,4286%</b>
SVM.LinearSVC	71,4286%

Fonte: Dados da pesquisa

O algoritmo que obteve maior sucesso para classificação foi o SVC, que é uma implementação de Máquina de Vetores de Suporte aplicado para a classificação. SVC apresentou uma taxa de acerto de 91,4%. Para a avaliação dos algoritmos, utilizamos uma metodologia que divide os dados dos questionários pelo iGovTI entre questões que serão utilizadas para aprendizado do algoritmo e questões que serão utilizadas para comparativo de predições. Para treinar o algoritmo utilizou-se 90% dos dados e os 10% restantes foram utilizados para avaliar a eficiência de classificação dos algoritmos, comparando a taxa de acerto entre as predições feitas e os valores reais de classificações de organizações pelo iGovTI.

Uma vez identificado um algoritmo capaz de efetuar a classificação desejada, o próximo passo é identificar as variáveis mais relevantes para esta classificação. Para isso, será utilizado o algoritmo ERV.

#### 4.5 Eliminação Recursiva de Variáveis

A ERV pode usar vários algoritmos de classificação como critério de seleção das variáveis mais importantes. Logo, escolhemos o algoritmo SVC por ele ter apresentado maior acurácia entre os algoritmos de classificação avaliados. Ainda é necessário definir o quantitativo de variáveis mais importantes a serem selecionadas. A partir da pesquisa de identificação por meio de entrevistas na APF, identificou-se 54 variáveis consideradas FCS, este critério foi utilizado para determinar o quantitativo de variáveis mais importantes para a classificação.

Assim, aplicaram-se o algoritmo ERV utilizando o SVC como critério para a seleção das variáveis mais importantes para a classificação, selecionando as 54 variáveis que correspondem aos FCS levantados nas entrevistas com os executivos de TI. Os resultados mostraram que 69,9% das variáveis foram classificadas da mesma forma que os FCS identificados anteriormente por meio de pesquisa qualitativa. Para se chegar a esse percentual, soma-se a quantidade de questões que são FCS das variáveis identificadas pelo ERV com a quantidade de questões que não são FCS e não fazem da amostra final do ERV.

Especificamente sobre as questões tidas como FCS, foram identificadas 22 questões, que contribuíram para a classificação do SVC, sendo descritas na Tabela 11. Na Tabela 11 também consta o *ranking* com a relevância das questões para a classificação do SVC. Denominamos essas questões de FCS de alto impacto, sendo comprovadas por pesquisa qualitativa e quantitativa.

Tabela 11

##### Fatores críticos de sucesso de alto impacto

<b>Ranking</b>	<b>Questão</b>	<b>Tema da Questão do Levantamento do TCU ano 2012</b>	<b>Categoria da Pesquisa Qualitativa Correspondente</b>
1	Q13d	Gestão de TI	Modelo de gestão de negócio de TI
2	Q12c	Estrutura de GTI	Estrutura organizacional de GTI
5	Q23b	PDTI	PDTI
7	Q44	Plano de capacitação de pessoal para gestão de TI	Gestão do pessoal de TI
9	Q31c	Gestão da informação	Gestão de processos para desenvolvimento de soluções
11	*Q21	Planejamento estratégico institucional	Alinhamento entre TI e o negócio
13	Q51j1	Tem plano de continuidade de negócio em vigor	Proc. de gestão de serviços de TI em desenho do serviço
15	Q14b	Desenvolvimento interno de gestores de TI	Gestão do pessoal de TI
23	Q23k	PDTI	PDTI
24	Q31a	Os principais processos de negócio da instituição foram identificados e mapeados	Gestão de processos para desenvolvimento de soluções
26	Q12a11	Estrutura de GTI	Gestão do pessoal de TI
29	Q12b	Estrutura de GTI	Estrutura organizacional de GTI
30	*Q24	Processo decisório de priorização das ações e gastos de TI	Priorização de projetos de TI
32	Q51r	Processos de gestão de serviços de TI	Proc. de gestão de serviços de TI

34	Q57h	Contratações de serviços de TI	em operação do serviço
39	Q13c	Gestão de TI	Gestão de contratos
42	*Q22	Processo de planejamento estratégico de TI	Modelo de gestão de negócio de TI
46	Q12a5	Estrutura de GTI	Formulação e planejamento de estratégia de TI
47	Q12e	Estrutura de GTI	Gestão de contratos
49	Q51h	Gestão de fornecedores	Gestão de contratos
51	Q23f	PDTI	Alinhamento entre TI e o negócio
53	Q12a7	Estrutura de GTI	Princípios para o desenvolvimento de soluções
			PDTI

Nota. \*Refere-se à questão em escala. Fonte: Dados da pesquisa

Já a Tabela 12 mostra o restante das 54 variáveis identificadas pelo algoritmo ERV. Nessa tabela o tema com a maior frequência é Governança Corporativa. Assim, interpreta-se que as instituições que responderam positivamente sobre essas questões tiveram melhor posição na classificação. Além disso, pondera-se que Empresas Públicas e Sociedades de Economia Mista são beneficiadas quanto à Governança Corporativa, uma vez que possuem mais instrumentos de controle interno e são mais auditadas externamente sobre o assunto.

Tabela 12

**Questões relevantes para a classificação e não correlacionadas aos FCS**

<b>Ranking</b>	<b>Questão</b>	<b>Tema da Questão do Levantamento do TCU ano 2012</b>
3	Q15a	Auditoria
4	Q14a	Desenvolvimento interno de gestores de TI
6	Q13g	Gestão de TI
8	Q11d	Governança Corporativa
9	Q31c	Gestão da informação
10	Q83b2	Atendimento aos interesses da sociedade
12	Q13a	Gestão de TI
14	Q15c	Auditoria
16	Q72a1	Atendimento ao cidadão
17	Q11c	Governança Corporativa
18	Q45a	Qualificação do principal gestor de TI
19	Q53c	Gestão de Segurança da Informação
20	Q58	Planejamento da contratação de serviços de TI
21	Q12e1	Estrutura de GTI
22	Q72a4	Atendimento ao cidadão
25	Q83a	Atendimento aos interesses da sociedade
27	Q53f	Gestão de Segurança da Informação
28	Q53d	Gestão de Segurança da Informação
33	Q5111	Processos de gestão de serviços de TI
35	Q11g	Governança Corporativa
36	Q54	Nível de capacidade processo de software
37	Q12d	Estrutura de GTI
41	Q57d	Contratações de serviços de TI
43	Q11f	Governança Corporativa
45	Q83b1	Atendimento aos interesses da sociedade
48	Q510d2	Papéis gestor de contratos e fiscal de contratos
50	Q11e	Governança Corporativa
52	Q16c	Informações de Auditoria interna
54	Q73	Atendimento ao cidadão

Nota. Fonte: Dados da pesquisa

Para a análise ACP foram utilizados dados brutos, ao invés dos dados normalizados. A análise dos dados brutos mostrou resultados mais significativos do algoritmo de classificação, com 91,4%, enquanto os dados normalizados 85%. Verifica-se que apenas três questões: Q12c, Q23b e Q57h são variáveis que pela análise na Subseção 4.2 das componentes principais possuem alta significância, conforme mostrado na Tabela 7.

## 5 DISCUSSÕES

Embora a ACP forneça um indicativo de quais variáveis são as mais relevantes de forma abrangente, esperava-se que por meio dela pudessem ser identificadas variáveis significativas que definidas como FCS.

Entretanto para o objetivo específico de classificar as empresas conforme o iGovTI, é necessário um complemento que é dado por técnicas que possam identificar quais variáveis são as mais importantes para classificação das instituições de acordo com o iGovTI.

Em outras palavras, é importante selecionar um algoritmo que seja mais eficiente na classificação das instituições de acordo com o resultado do iGovTI, a partir de suas respostas ao questionário. Este algoritmo foi utilizado para a identificação das variáveis mais importantes para a classificação. Para isso, utilizou-se dos algoritmos SVC e ERV.

Assim, pode-se afirmar que o iGovTI capta parcialmente a percepção dos executivos em relação aos FCS.

As contribuições deste artigo são:

- Identificou-se algoritmo que pode classificar com 91,4% de acerto uma empresa em relação ao iGovTI, sem a necessidade de se conhecer o cálculo para composição do iGovTI;
- O levantamento qualitativo por meio de entrevistas teve comprovação quantitativa por meio dos algoritmos MVS-ERV de 69,9%;
- Identificaram-se FCS comuns possam ser considerados como fatores de altíssimo impacto.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 2007, o TCU lidera os levantamentos que fazem o diagnóstico da situação da GTI nas instituições públicas federais. Tais levantamentos se baseiam em boas práticas do mercado, tais como Cobit, ITIL, PMBok e ISOs; e uma prática pública, a Gespública. Ao longo dos ciclos de avaliação, o corpo desses levantamentos possui mais de 100 variáveis para avaliação, ressaltando-se que cada variável significa práticas que podem ser de gestão ou governança de TI.

Além disso, por meio dos ciclos de levantamento de GTI do TCU é verificada a substituição de variáveis, dificultando o acompanhamento e adaptação das instituições públicas, principalmente daquelas que dispõem de pouca maturidade sobre o assunto.

Tal como os pressupostos de McLane (2003), esta pesquisa assumiu que a customização da GTI é a ferramenta-chave para a determinação de controles organizacionais e para a racionalização dos custos de TI na criação de valor no processo produtivo da organização.

Para isso, extraíram-se do Levantamento realizado em 2012 pelo TCU as variáveis que refletem as instituições com a prática Aprimorada de GTI. Frisa-se que tradicionalmente o TCU, utiliza de análises univariadas, em que cada variável é analisada separadamente. Assim, propôs-se a análise multivariada ACP para a identificação das informações relevantes. Entretanto, ACP se mostra pouco conclusiva, não permitindo revelar a relevância dos FCS, embora contribua com *insights* sobre a classificação e sobre a relevância de algumas questões.

Como método complementar à ACP, foi necessário definir um algoritmo para prever a classificação das instituições conforme suas respostas para as questões do questionário do TCU. Após, a avaliação de 21 algoritmos de classificação, o algoritmo SVC apresentou uma taxa de acerto de 91,4%. Uma vez identificado esse algoritmo, o próximo passo identificou as variáveis mais relevantes para essa classificação. Para isso, aplicaram-se o algoritmo ERV utilizando o SVC como critério para a seleção das variáveis mais importantes para a classificação, selecionando as 54 variáveis que correspondem aos FCS levantados nas entrevistas com os executivos de TI. Os resultados mostraram que 69,9% das variáveis foram classificadas da mesma forma que os FCS identificados anteriormente por meio de pesquisa qualitativa o que consideramos os FCS de alto impacto em GTI da APF.

A partir dessas informações espera-se que tal pesquisa contribua para como diretriz para as organizações que buscam maturidade em GTI da APF.

## REFERÊNCIAS

Alvares, E; Giacometti, C. & Gusso, E. (2008). *Governança corporativa: um modelo Brasileiro*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Anao. (2003). *Public Sector Governance*. Better Practice Guide, Commonwealth of Australia, Canberra, 12. Recuperado em 02 de fevereiro, 2014, de [http://www.anao.gov.au/uploads/documents/Public\\_Sector\\_Governance.zip](http://www.anao.gov.au/uploads/documents/Public_Sector_Governance.zip).

Attadia, L.C.L. & Martins, R. A. (2003). Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. *Revista Produção*, 13(2).

Barret, P. (2005). Achieving Better Practice Corporate Governance. *AM Auditor General for Australia*. Recuperado em 15 de dezembro, 2013, de [http://www.anao.gov.au/uploads/documents/Achieving\\_Better\\_Practice\\_Corporate\\_Governance\\_in\\_the\\_Public\\_Sector1.pdf](http://www.anao.gov.au/uploads/documents/Achieving_Better_Practice_Corporate_Governance_in_the_Public_Sector1.pdf).

Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Pinheiro: São Paulo.

Bullen, C.V. & Rockart, J. F. (1981). *A primer on critical success factors*. Center for Information Systems, Sloan School of Management. M.I.T, Cambridge Massachusetts.

Chang, C.C. & Lin, J.L. (2011). LIBSVM: A library for support vector machines. *Journal ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*. 2(3). Retrieved January 13, 2015, from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1961199>

Crew, M.A. & Twight, C. (1990). On the efficiency of law: A public choice perspective. *Public Choice*. 130 (1348). Recuperado em 8 de agosto, 2014, de <http://www.springerlink.com/index/mr523v1041v90622.pdf>

- Dias Junior, F.J.; Gussoni, R. & Muniz Junior, J. (2009). Fatores críticos de sucesso (fcs) e desdobramento da função qualidade (qfd): aplicação em projeto de treinamento. V *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Rio de Janeiro.
- Fontes Filho, J.R. (2003). Governança organizacional aplicada ao setor público. In: *III Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública*, Panamá, 28-31 Oct.
- Finkler, T.F. (2003). *Desenvolvimento de uma ferramenta para obtenção de modelos empíricos*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Guarda, G.F.; Oliveira, E.C. & De Sousa Jr, R.T. (2014). Analysis of Contracts of IT Outsourcing Services in TCU and the Legislation Governing these Contracts in the Federal Public Administration. *Proceedings of 11th International Conference on Information Systems and Technology Management CONTECSI*, 2014, São Paulo, 1, 4038-4065.
- Guyon, I.; Weston, J.; Barnhill, S. & Vapnik, V. (2002). Gene selection for cancer classification using support vector machines. *Machine Learning*, 46(1-3), 389-422. Springer.
- Hu, Q. & Plant, R. (2001). An empirical study of the casual relationship between IT investment and firm performance. *Information Resources Management Journal*, 14(3), 15-26.
- IFAC. International Federation of Accountants. (2001). Governance in the public sector: a governing body perspective. In *International public sector study n° 13*. Recuperado em 26 de dezembro, 2013, de <http://www.ifac.org/sites/default/files/publications/files/study-13-governance-in-th.pdf>.
- ITaudit. (2007). Reaching Compliance through Foundational IT Controls. *Institute of Internal Auditors*, 10.
- Johnson, R.A. & Wichern, D.W. (1992). *Applied multivariate statistical analysis*. 3a. ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20: 141-151.
- Knerr, S.; Personnaz, L. & Dreyfus, G. (1990). Single-layer learning revisited: a stepwise procedure for building and training a neural network. *Neurocomputing*, 41-50, Springer.
- Kinto, E.A. (2011). *Otimização e análise das máquinas de vetores de suporte aplicadas à classificação de documentos*. Tese (doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Elétrica. Área de Concentração Sistemas Eletrônicos.
- Lorena, A.C. (2006). *Investigação de estratégias para a geração de máquinas de vetores de suporte multiclases*. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), Ciências de Computação e Matemática Computacional-Universidade de São Paulo, 2006.
- Mardia, K.V.; Kent, J.T. & Bibby, J.M. (1979). *Multivariate analysis*. London: Academic
- Malhotra, N.K. (2001). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman.
- Marques, M. C.C. (2007). Aplicação dos Princípios da Governança Corporativa ao Setor Público. *Revista da Administração Contemporânea*, 11 (2), 11-26.

McLane, G. (2003). *IT governance and its impact on IT management (a literature review)*. Unpublished master dissertation, University of Technology Sydney, Sydney.

MPOG. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação – SLTI. (2014, jan). *Contratações Públicas de Bens e Serviços de Tecnologia da Informação*.

Neely, A. & Adams, C. (2000). Perspectives on performance: the performance prism. *Centre for Business Performance*. Recuperado em 10 de janeiro, 2006, de <http://www.exinfm.com/pdf/files/prismarticle.pdf>.

Pacheco, A.L.F. (2011). Governança de TI: O desafio atual da Administração Pública. *39º Seminário Nacional TIC para Gestão Pública*, Recife. Recuperado em 6 de novembro, 2013, de [portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2188949.PDF](http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2188949.PDF).

Procopiuck, M. (2013). *Políticas Públicas e Fundamentos da Administração Pública: Análise e Avaliação: governança e redes de políticas, administração judiciária*. São Paulo: Atlas.

Ramos, K.H.C. & De Sousa Jr, R.T. (2015). Bibliometric Analysis of Enterprise Architecture in the Public Administration. *Information (Yamaguchi)*, v. 18, n. 2, p. 501-520.

Sabin, J.G.; Ferrão, M.F. & Furtado, J.C. (2004, jul/set). Análise multivariada aplicada na identificação de fármacos antidepressivos. Parte II: Análise por componentes principais (PCA) e o método de classificação SIMCA. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. 40(3).

Silva, T.E.V.; Souza, T.I.A.; Barros Filho, F.F.; Santos, F.J.; Gomes, P.R.B; Ribeiro, G.;Nunes, A.O. & Vasconcelos, F.H.L. (2012). Análise de componentes principais aplicada a avaliação discente: um estudo de caso em ambientes virtuais de aprendizagem. *Computer on the Beach*.

Tribunal de Contas da União. (2008a). *Levantamento dos Gastos em TI na Administração Pública Federal*. Brasília: Tribunal de Contas da União, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2008b). *Acórdão 1603/2008-TCU-Plenário*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2008c). *Acórdão 2471/2008-TCU-Plenário*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2009). *Aquisições em TI, IN 04/2008-SLTI e perspectivas futuras*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2010a). *Levantamento de governança de TI 2010 / Relator Ministro Aroldo Cedraz*. Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2010b). *Acórdão 2308/2008-TCU-Plenário*.

\_\_\_\_\_. (2012a). *Acórdão 1233/2012-TCU-Plenário*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2012b). *Acórdão 2585/2012-TCU-Plenário*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2012c). *Levantamento de Governança de TI 2012: resultado retornado para a instituição: Tribunal de Contas da União*, Brasília: TCU. Recuperado em 10 de outubro 2014, de

[http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/tecnologia\\_informacao/pesquisas\\_governanca](http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/tecnologia_informacao/pesquisas_governanca).

\_\_\_\_\_. (2013a). *Portaria-TCU Nº 175*, de 9 de julho de 2013, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2013b). *Acórdão 3117/2014-TCU-Plenário*, Brasília: TCU.

\_\_\_\_\_. (2013c). *Levantamento de governança de TI 2012*. Relator Ministro Walton Alencar Rodrigues. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação.

Vergara, S.C. (2008, jul/ago). A resiliência de profissionais angolanos. *Revista de Administração Pública*, 42(4), 701-18.

Verhoef, C. (2007). Quantifying the effects of IT-governance rules. *Science of Computer Programming*, 67(2-3), 247-277.

Vicini, L. (2005). *Análise multivariada da teoria à prática*. Monografia de especialização, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.