

DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/RF-3758

GAME THEORY-BASED MODEL FOR INVESTMENT DECISION IN STRATEGIC PLANNING ICT

Fabio Gomes Rocha (Universidade Tiradentes, Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) – gomesrocha@gmail.com/fabio_gomes@unit.br

Antonio Fernando Cruz Santos (Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) - fernandoafcs@gmail.com

Daniel Dias Santa Rosa (Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) - danieldiasba@gmail.com

Dr. Rogério Patrício Chagas do Nascimento (Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) - rogerio@ufs.br/ rogerio.33@gmail.com

Colaborador (es)

Alfran Pereira Júnior (Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) - juniorsebr@gmail.com

Dr. Michel dos Santos Soares (Universidade Federal de Sergipe, SE, Brasil) - mics.soares@gmail.com

Strategic planning in Information and Communication Technology (ICT) is essential to the success of investments in technology because it allows you to map the current situation and to provide options for a future scenario. The actions aimed at enabling the achievement of the intended goal depends, however, decisions about what to invest and the priority between them. This makes up the tasks of a decision-maker, however, small and medium-sized companies, often public or private not have this role in the planning process, or rely on this feature being developed by individuals with little depth knowledge of ICT, that will not allow an accurate analysis of the technological resources. In this context, we try to analyze the problem of decision making on the strategic planning of ICT, from the use of game theory in prioritizing actions in ICT projects, with artifacts from petic methodology in a case study as a result it was possible to prioritize investments for five years of planning in 42 actions to be developed.

Keywords: Strategic planning of ICT, decision making, Game theory, petic, investment prioritization of ICT.

UM MODELO BASEADO NA TEORIA DOS JOGOS PARA A DECISÃO DE INVESTIMENTO EM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE TIC

O planejamento estratégico em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é essencial para o sucesso dos investimentos em tecnologia, pois permite mapear o cenário atual e prever opções para um cenário futuro. As ações que visam viabilizar o alcance do objetivo pretendido dependem, no entanto, das decisões sobre quais investimentos realizar e da prioridade entre eles. Isso compõe as tarefas de um tomador de decisão, porém, empresas de pequeno e médio porte, públicas ou privadas frequentemente não contam com esse papel no processo de planejamento, ou contam com esse recurso sendo desenvolvido por indivíduos com conhecimentos pouco aprofundados sobre TIC, o que não permitirá uma análise apurada dos recursos tecnológicos. Nesse contexto, busca-se analisar o problema da tomada de decisão sobre o planejamento estratégico da TIC, a partir do emprego da teoria dos jogos na priorização de ações em projetos de TIC, com artefatos da metodologia PETIC em um estudo de caso, como resultado, foi possível priorizar 5 anos de investimentos divididos em 42 ações a serem desenvolvidas.

Palavras-chave: Planejamento estratégico de TIC, Tomada de decisão, Teoria dos jogos, PETIC, Priorização de investimento em TIC.

I. INTRODUÇÃO

No atual cenário de economia globalizada, a tecnologia é considerada como aliada na busca de informações que permitam às organizações atingirem melhores estratégias de negócio (OLIVEIRA, 2007). Dessa forma, as organizações agregam a tecnologia como uma fonte importante de inovação, fator crucial para o sucesso das empresas no tocante à competitividade e criação de valor (REIK, LINDERMAN, 2014). Ela se torna, portanto, um recurso essencial para agilizar a tomada de decisão e obter inteligência organizacional, aplicando-se a organizações de todos os portes (REZENDE, 2011).

Cabe ressaltar, no entanto, que a aquisição de tecnologia não necessariamente resultará na ampliação da competitividade da empresa. Se as tecnologias não atenderem ao objetivo de auxiliar a organização no processo de tomada de decisão, elas não trarão resultados significativos à organização (REZENDE 2011).

É importante alinhar o investimento em tecnologias ao planejamento estratégico da organização. O investimento adequado demanda a obtenção de informações para tomada de decisão a curto e longo prazo. Para tanto, faz-se necessário efetuar um planejamento estratégico do setor de TIC, viabilizando a análise sobre os pontos fracos que devem receber maior atenção por parte da empresa.

Um planejamento estratégico de TIC se baseia em resultados de avaliação de TI, que desenvolve ou ajusta a orientação sobre a informatização da empresa, e esforça-se para que a tecnologia tenha escala e custo adequado (YUJIE e XINDI, 2010).

A partir dessas considerações, este artigo tem como objetivo analisar o problema da tomada de decisão sobre o planejamento estratégico das TIC nas pequenas e médias empresas e instituições públicas, com o emprego da teoria dos jogos na priorização de ações em projetos de TIC. Além disso, se utilizará artefatos do PETIC aplicados a um estudo de caso, nos quais tais artefatos constituem um conjunto de recursos para a tomada de decisão.

No teste da hipótese sobre a adoção da teoria dos jogos na minimização dos custos e maximização do retorno de investimento em TIC, em contraste ao modelo manual de tomada de decisão, as análises apontam o impacto do modelo com o uso da teoria dos jogos na indicação de melhores caminhos de investimentos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção II apresentam-se os trabalhos relacionados, prosseguindo para a seção III com o referencial teórico. Na seção IV e V descreve-se o estudo de caso, apresentando-se a análise e discussão sobre os resultados. Por fim, a seção VI expõe as conclusões obtidas sobre o estudo, apontando possíveis desdobramentos em trabalhos futuros.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são descritos alguns trabalhos relacionados. Em particular, considerou-se os trabalhos de Angelou e Economides (2006), Avery et al. (2008), Liao et al. (2009) e Fukuyama et al. (2014) por tratarem sobre o processo de tomada de decisão nos investimentos em TIC, tema central desta proposta.

O trabalho de Angelou e Economides (2006) trata sobre a tomada de decisão nos investimentos em TIC. O trabalho aponta a adoção da teoria da opção financeira integrada à teoria da modelagem da competição, visando orientar a tomada de decisão sobre a gestão e avaliação dos investimentos em TIC. A meta dos autores foi desenvolver um modelo de Real Option (RO), intimamente relacionado às características da indústria de TIC, para apoiar a avaliação em condições de competição. A seguir, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar decisões de investimentos em TIC, levando em consideração a incerteza e a concorrência. A metodologia investiga o impacto da Ameaça da Preempção

dos Competidores (Preemption Threat from Competitors - PTC) para o valor das oportunidades de investimentos em TICs, sendo a tomada de decisão modelada como RO. Angelou e Economides observaram que é preferível adotar períodos mais longos de análise para uma oportunidade de investimento, mesmo considerando que a ameaça à competição pode vir a subtrair parte do investimento anterior.

Avery et al. (2008) descrevem a dificuldade de prever a estratégia da oposição quando é realizada a tomada de decisão estratégica construída em paralelo com a oposição. Um aspecto importante na decisão de um movimento está em avaliar se deve ou não se mover além de seu oponente, bem como verificar sua utilização para prever movimento futuro. No jogo do tempo isso é feito por meio da compra de inteligência, o que oferece uma visão relativa das escolhas de seu oponente. Avery et al. apresentam uma forma de avaliar como essa inteligência é utilizada no jogo atual, apresentando um método alternativo de representação. Esse método é utilizado em um sistema coevolucionário para obter, de um jogador computador que irá aprender individualmente, a importância do uso de dados de oposição na tomada de decisões estratégicas.

O trabalho de Liao et al. (2009) descreve as opções reais para a melhor forma de pensar sobre a avaliação e decisão estratégica sobre investimento em TIC, substituindo os métodos tradicionais. O método consiste em transferir o investimento em tecnologia estratégica para um tipo de opção real, combinando muitos projetos para a parte do plano de investimento como um dos investidores ligados ao alvo. Dessa forma, é integrada a Teoria dos Jogos ao método de opção real, ponderando sobre uma possível estratégia de investimento entre os concorrentes pelo conceito de equilíbrio e obtendo um modelo de investimento considerado ideal para as empresas.

Na investigação de Fukuyama et al. (2014) são tratados os métodos participativos para o envolvimento dos *stakeholders* e suas opiniões sobre os processos de planejamento, a partir da consideração de que o processo para decisões em grupo quase sempre contém conflitos entre seus participantes. Para se chegar à decisão final que seja preferível pela maioria do grupo é utilizado um sistema de apoio à decisão de grupos. A forma que os autores focam para isso é o debate. No entanto, o debate apresenta riscos dada a atribuição de papéis limitados na decisão final, a qual pode vir a ser manobrada por alguns participantes com um eventual papel crucial. Como forma de evitar tais manobras foram estabelecidas duas regras específicas no debate, as quais são denominadas de “mudanças de papéis” e “bloco de opiniões”. Os resultados do debate sob essas regras foram analisados diante dos modelos de debate da Teoria dos Jogos.

Ao traçar uma linha comparativa entre os trabalhos relacionados e o modelo PDM proposto, é percebido que o trabalho de Angelou e Economides (2006) adota a modelagem de competição para melhorar o tomada de decisão nos investimentos em TIC, sendo desenvolvido um modelo de Real Option (RO) para apoiar na avaliação. Já em Avery et al. (2008) é descrita a dificuldade na tomada de decisão em paralelo com a oposição, uma vez que é necessário avaliar se o autor da tomada de decisão deve ou não se mover além de seu oponente, bem como verificar sua utilização para prever movimento futuro. Em Liao et al. (2009) é utilizada a integração entre a Teoria dos Jogos com o método de opção real para que seja realizada a ponderação em uma possível estratégia de investimento entre os concorrentes, por meio do conceito de equilíbrio e obtendo um modelo de investimento considerado ideal para as empresas. E em Fukuyama et al. (2014) é empregado um sistema de apoio à decisão de grupos com o foco no debate, tendo em

vista o envolvimento dos stakeholders e suas opiniões para tomada de decisão, o qual quase sempre contém conflitos entre seus participantes.

Já esta proposta de trabalho emprega a Teoria dos Jogos na priorização de ações para a tomada de decisão no tocante ao PE de TIC. Não se pretende fazer comparações entre empresas. Pretende-se tornar o processo simplificado, não sendo necessário o conhecimento externo. Esta proposta age a partir das ações já levantadas durante o PE. Em consequência, e como ponto positivo, pretende-se que as informações sejam sempre completas para a tomada de decisão, pois parte do público interno.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O planejamento estratégico tornou-se essencial para as organizações (KICH; PEREIRA, 2011; SENA, 2013; AKABANE, 2012), sendo considerado uma das tarefas mais importantes nas gestões. Ele prepara a organização para tomar decisões de forma adequada diante dos desafios do mercado globalizado (KICH; PEREIRA, 2011). Com o planejamento estratégico as organizações poderão analisar racionalmente as oportunidades, necessidades, pontos positivos e negativos sobre o ambiente, definindo caminhos a serem percorridos para atingir um objetivo (SENA, 2013). Para isso, são necessárias informações, que por sua vez demandam a organização sobre elas para a geração de conhecimento, viabilizando a identificação do cenário atual e futuro para as operações organizacionais. Nesse contexto, os recursos obtidos por meio da TIC se tornam não só aliados como necessários (REZENDE, 2011; SHAN, 2009).

Planejamento estratégico de Tecnologia da Informação e Comunicação

O planejamento estratégico em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tem a intenção de traçar planos para o futuro tecnológico da organização. A TIC viabiliza ganho de vantagens competitivas, pois oferece o apoio para a tomada de decisão, para a geração do conhecimento organizacional e para a inovação, constituindo-se, portanto, em importante apoio estratégico empresarial (SHAN, 2009).

Os caminhos que uma organização adotará para atingir os seus objetivos de TIC deverão estar alinhados às metas de negócio. A definição sobre elas envolve um processo criado de forma coletiva e participativa, empregando um esquema sistêmico, dinâmico e contínuo, criando estruturas formais para a informação e seus sistemas, necessário para a gestão e auxiliando para a tomada de decisão operacional, tática e estratégica (REZENDE, 2011).

A definição sobre os objetivos de TIC deve partir da análise sobre atual tecnologia da organização, prosseguindo para o alinhamento entre o existente e as necessidades organizacionais apontadas no planejamento estratégico de negócio. A seguir, é necessária a elaboração de um plano para ampliação da tecnologia, com vistas a atender as necessidades organizacionais, culminando-se, assim, no planejamento estratégico de TIC (YUJIE; XINDI, 2010).

Para que tal planejamento se torne relevante, com efetivos resultados, faz-se necessário a busca de metodologias que facilitem o trabalho dos planejadores e gestores, auxiliando na tarefa de alinhamento entre recursos tecnológicos de sistemas e de comunicação aos objetivos de negócio, permitindo, assim, a identificação de oportunidades para vantagens competitivas (REZENDE, 2011).

Metodologias de planejamento estratégico de Tecnologia da Informação e Comunicação

Uma metodologia é um conjunto de práticas, procedimentos e regras para a implementação ou execução de uma tarefa ou função específica (AKABANE, 2012). Para

facilitar o desenvolvimento da estratégia de TI em uma organização é necessária a utilização de uma técnica ou metodologia de PE. Durante a análise de literatura, foram identificados vinte e nove metodologias de PE, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Metodologias de PE

Metodologia	Voltada a PE de TIC	Métrica quantitativa
Business Systems Planning	Sim	Não
Planejamento Apoiado no Conhecimento	Não	Não
Fatores Críticos de Sucesso	Sim	Não
Método de Análise e Solução de Problema	Parcial	Parcial
Wetherbe	Sim	Não
Porter/Millar	Sim	Não
Planejamento de Cenários	Parcial	Não
Análise da Cadeia de Valor	Não	Sim
<i>Business ProcessRedesign</i>	Não	Não
<i>Tactical Systems Planning</i>	Sim	Não
<i>Account Planning Extended</i>	Sim	Parcial
<i>Business Information Analyses and Integration Technique</i>	Sim	Não
<i>Business InformationCharacterizationStudy</i>	Sim	Não
PETI com ênfase em conhecimento	Sim	Não
PETI para empresas globais	Sim	Não
Métodos de Boar	Sim	Não
Práxis	Sim	Não
Lutchen	Sim	Não
<i>Information Technology Balanced Scorecard</i>	Sim	Parcial
<i>Business IT Strategic Planning</i>	Sim	Não
<i>ICT Strategic Planning</i>	Sim	Não
<i>IT Strategic Planning for Small Governments</i>	Sim	Não
<i>The Delta Model</i>	Sim	Não
Metodologia PETIC	Sim	Sim
Modelo de Nolan	Sim	Não
Modelo de Sullivan	Sim	Não
Metodologia de Mentzas	Sim	Não
Metodologia de Cassidy	Sim	Não
GQM+Strategies	Sim	Não

Fonte: Adaptado de Palmeira, Costa Neto, Nascimento (2012).

Entre as metodologias encontradas, esta pesquisa adotou a PETIC por ela ser voltada especificamente à TIC e possuir métrica quantitativa, possibilitando a aplicação do modelo proposto.

A metodologia PETIC

A metodologia PETIC comporta métodos e técnicas para conceber um planejamento estratégico em TIC, tendo sido criada pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 2008 (NASCIMENTO, 2012), atualmente esta na versão três. Ela emprega os cinco grandes pilares de TIC: dados, software,

hardware, telecomunicações e pessoas. Tal metodologia atua na análise do ambiente atual e na criação de um planejamento estratégico para definir aquisições, prioridades e recursos a serem implementados ou adquiridos pela organização.

A metodologia sofreu atualizações e melhorias, sendo criada a segunda versão da PETIC entre os anos de 2010 e 2011. No ano de 2012 é lançada a terceira versão, a qual buscou incorporar métricas e melhorar o processo (JERLAN, 2012). Essas métricas possibilitam a análise quantitativa sobre o planejamento. Nessa última versão também foram criados sistemas computacionais de apoio à metodologia, destacando-se o PETIC Wizard, aplicação Web para apoio na criação do artefato PETIC, e o PETIC Mobile, ferramenta para análise do ambiente para celulares com sistema Android (MEDEIROS, 2013).

Teoria dos jogos

A teoria dos jogos, formalizada originalmente por Neumann e Morgenstern em 1944, na obra *Theory of Games and Economic Behavior*, emprega análise matemática para encontrar as melhores estratégias que levarão a resultados considerados bons ou ótimos (GANESH; ANOOP; GANESH; AVINESH, 2009), estudando situações de competição ou cooperação entre várias partes envolvidas, e empregando modelos matemáticos para tomada de decisão (PETERS, 2015).

De acordo com princípios fundamentados por Neumann e Morgenstern (1944), se os indivíduos agirem racionalmente em uma determinada situação, os mesmos identificarão alternativas que atendam a seus critérios, mas também de outros indivíduos. Logo, o interesse da Teoria dos jogos é avaliar jogos de estratégia, buscando seus objetivos mas também ponderando os objetivos dos demais.

As principais vantagens da aplicação da Teoria dos Jogos são compreender a interação entre os jogadores e auxiliar o raciocínio estratégico. Além disto, a aplicação da teoria de jogos, possibilita aumentar a visão dos jogadores sobre o problema e buscar novas possibilidades para a resolução do mesmo, o que dificilmente seria percebido sem a ajuda desta teoria (FIANI, 2006), para traçar esta compreensão, é criada uma matriz de valia ou payoff que permite a análise das opções

IV. ESTUDO DE CASO APLICADO À TOMADA DE DECISÃO EM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE TIC

Esta seção apresenta o protocolo empregado e o estudo de caso realizado para esta pesquisa. O objetivo global consistiu em caracterizar a funcionalidade e a eficiência da formula de priorização de ações de planejamento estratégico com base na PETIC. Para tal será utilizado a teoria dos jogos em conjunto com a formula proposta pela PETIC para priorizar as ações. Assim, o objetivo da pesquisa foi formalizado usando parte do modelo GQM [9] [10]: Analisar as indicações de priorização sobre as ações, com a finalidade de avaliação, em relação aos investimentos em TIC do ponto de vista dos gestores e analistas no contexto da implementação de planejamento estratégico.

Planejamento

As questões de pesquisa aplicadas em um estudo de caso no Centro de Processamento de Dados (CPD) da prefeitura da cidade de Aracaju/Sergipe foram:

Q1. O modelo proposto consegue priorizar os investimentos reduzindo os custos iniciais de investimento e maximizando o retorno de investimento?

Q2. É possível prever investimentos a serem realizados com base nas ações a serem executadas?

As hipóteses estabelecidas para o estudo foram:

H0 nula: A teoria dos jogos não permite avaliação da concorrência entre as ações para priorização de investimento

H0 alternativa: A teoria dos jogos permite avaliação da concorrência entre as ações para priorização de investimento.

Descrição do local de realização do estudo de caso

O Centro de Processamento de Dados (CPD) da Prefeitura Municipal de Aracaju (PMA) tem como objetivo implementar e dar suporte a política de TIC em cada uma das 21 secretarias vinculada a prefeitura. Com o missão de levar melhores ferramentas e meio de trabalho aos colaboradores, o CPD é dividido em Suporte Técnico, Redes e Sistemas, contando com a colaboração de 15 funcionários. Sua visão é a satisfação total do consumidor final do serviço prestado, tendo um serviço estável e bem funcional para o atendimento do mesmo.

Preparação

Para que fosse possível efetuar o estudo de caso referente a priorização, primeiramente foi realizado a etapa de análise do planejamento estratégico, com base no PETIC, entre o período de agosto a novembro de 2015. Foram realizadas entrevistas com o Diretor do CPD assim como os coordenadores de áreas, discutindo e analisando as seis áreas atendidas pela PETIC, sendo elas: Dados, Software, Hardware, Telecomunicações, Pessoas e Governança, cata uma possuindo 133 processos a serem analisados. Para esta tarefa foram utilizados os aplicativos mobiPETIC e Web PeticWizard, e os dados armazenados possibilitaram a realização dos testes de fórmulas para priorizar os investimentos.

Execução do estudo de caso

Após o processo de análise realizado durante o planejamento estratégico, com base na análise SWOT, foram obtidos os pontos fortes, bem como os pontos a serem melhorados. A análise dos processos, demonstram que aproximadamente 47% dos processos possuem criticidade, assim foram sugeridos 42 ações a ser implementadas nos próximos cinco anos, conforme pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Tabela de processos e ações por área PETIC

ÁREA	Total de Processos PETIC	Total de Processos Contemplado	Total de Processos Não Contemplado	Porcentagem Critica	Número de Ações Sugerida
Dados	17	12	5	29%	11
Software	24	22	2	8%	8
Hardware	11	7	4	36%	6
Telecomunicações	20	16	4	2%	11
Pessoas	15	13	2	13%	5
Governança de TIC	46	0	46	0%	1
TOTAL	133	70	63	47%	42

Fonte. Elaborado pelo autor

Cada uma das ações deve ser medida para a análise de viabilidade, custo e retorno de investimento, para isso é empregado a fórmula de importância para calcular os Pontos de Prioridade da Ação (PPA) disponível na metodologia Petic versão 3.0:

Formula 1. Calculo de priorização

$$PPA = \frac{\sum_{i=1}^{qtd.critérios} pontuação_{critério} * peso}{\sum_{i=1}^{qtd.critérios} peso * pontuação_{critério}} * 100$$

Fonte. Palmeira, 2012

Os pontos, são calculados por cada ação proposta, por exemplo a aquisição de um novo servidor, sendo que cada ação, deve ser analisado 10 critérios com seus respectivos pesos, sendo eles: ROI peso 10, Exigência da Lei peso 10, Evita o colapso peso 10, alinhamento estratégico peso 9, principais *stackholders* peso 7, custo peso 6, risco envolvido peso 5, probabilidade de entrega peso 5, esforço peso 6 e otimização de recursos peso 5, assim, após o calculo, os processos passam a ser classificados por sua importância.

Com base no PPA é possível construir uma tabela de priorização de ações, conforme tabela 3.

Tabela 3. Priorização de ações

Ações	PPA
A	9,919697685
B	10,43203372
C	9,056316591
D	9,523809524
E	10,43203372
F	10,0456621

Aqui temos uma situação de conflito entre ações, o item B e E possuem o mesmo PPA, assim qual ação devemos executar em primeiro? Para essa decisão, faz-se necessária a determinação de funções de utilidade que representam os interesses da organização, sendo esse um fator para uso da teoria dos jogos. Desta forma, apesar do PPA ser de grande apoio para a priorização, é necessário criar uma restrição, assim, torna-se necessário saber se tal tarefa possui dependência, haja vista que não adianta ter uma tarefa com baixo custo e bom retorno de investimento sendo priorizada, se ela depende de uma tarefa de alto custo e baixo retorno de investimento. O processo de tomada de decisão é um esforço para resolução de problemas, podendo ser definida como a eleição, por um centro decisor, da melhor alternativa entre as possíveis. Esse processo pode ser dividido de diferentes formas, como análise da situação; desenvolvimento de alternativas; comparação das alternativas; classificação dos riscos; seleção da melhor alternativa; e executar e avaliar a decisão (GOMES, GOMES, 2014; ALBRIGHT, WINSTON, 2014), assim sendo, foi adicionado para efeito de priorização, duas variáveis, uma indicando se a tarefa tem dependência de outras ações (Quantidade de dependência) e outra indicando quais são estas dependências. Como exemplo temos a tarefa de adquirir um sistema de backup, a qual possui como pré-requisito a necessidade de se ter em primeiro lugar espaço de armazenamento, ou seja, de nada adianta adquirir o sistema, se não há como utilizá-lo, assim, é neste ponto que a teoria dos jogos é utilizada.

O foco da decisão era reduzir os custos iniciais e ampliar o retorno de investimento e executar ações que não tivessem dependência em primeiro lugar. Assim, após o cálculo da métrica, foi criada uma matriz de utilidade ou *payoff* utilizando-se da teoria dos jogos. Um

jogo em sua forma normal é composto por um conjunto de jogadores (N) que, no modelo proposto, são as próprias ações a serem realizadas, em seguida possui um conjunto de valores representando ação (A) nosso caso contém as opções PPA e Dependência e U que é o perfil de A, assim seja N o conjunto de todas as tarefas, temos $N=\{N1, N2, ..., Nn\}$, o A o conjunto finito de ações possível, neste caso PPA e Dependência, $A=\{PPA, DEP\}$ e o U é dado pelo perfil de opções, $F=\{F1...fn\}$, onde $F:A$ é uma função de utilidade ou *payoff*. Assim temos:

$N=(A=(9,919697685;0);B=(10,43203372;0)...N(n;n))$

N seria selecionado com base na maximização de PPA e minimização de dependência
 $max PPA \wedge min dep$

$NS =$

A matriz de decisão foi criada conforme a tabela 4.

Tabela 4. Matriz de decisão

Ações	PPA	Dependência
A	9,919697685	0
B	10,43203372	0
C	9,056316591	3
D	9,523809524	0
E	10,43203372	1
F	10,0456621	2

Assim, para este caso, a prioridade seria a ação B por atender ao modelo de maior PPA e menor dependência, assim é necessário considerar que a Teoria dos Jogos possui como desvantagem, há dificuldade na aplicação quando não há informações suficientes antes do processo de decisão (FIANI, 2006). Assim, torna-se necessário obter todos os dados antes de se efetuar uma análise a luz da teoria dos jogos.

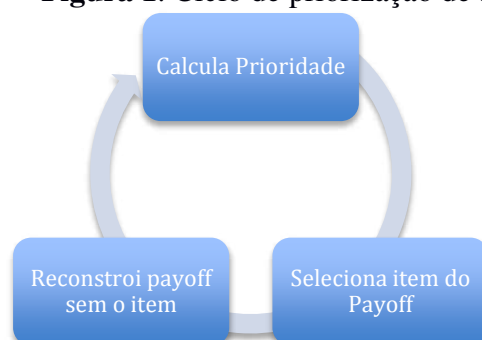
Com base na tabela 3, tem-se a avaliação de alternativa de interesses:

Pior alternativa: ação C que possui um PPA baixo, ou seja, um alto custo, um baixo retorno de investimento e ainda possui três dependências, exigindo que seja atendido as dependências, aumentando o custo total de implementação da ação.

Melhor alternativa: ação B, possui um PPA alto, indicando melhor retorno de investimento e menor custo, além de não possuir dependência.

Assim que foi selecionado a ação, esta deve sair do *payoff*, e inicia o processo de cálculo para indicar o segundo item da matriz de utilidade até concluir as tarefas, conforme figura 1.

Figura 1. Ciclo de priorização de ação



Fonte: Elaborado pelos autores

A cada ciclo, as dependências devem ser reavaliadas, pois pode ser que a ação de dependência já tenha já tenha sido realizado, podendo ser realizadas no próximo ciclo. Caso contrário, o custo de investimento pode ser maior do que o esperado, conforme o *payoff* apresentado na tabela 5.

Tabela 5. *Payoff*

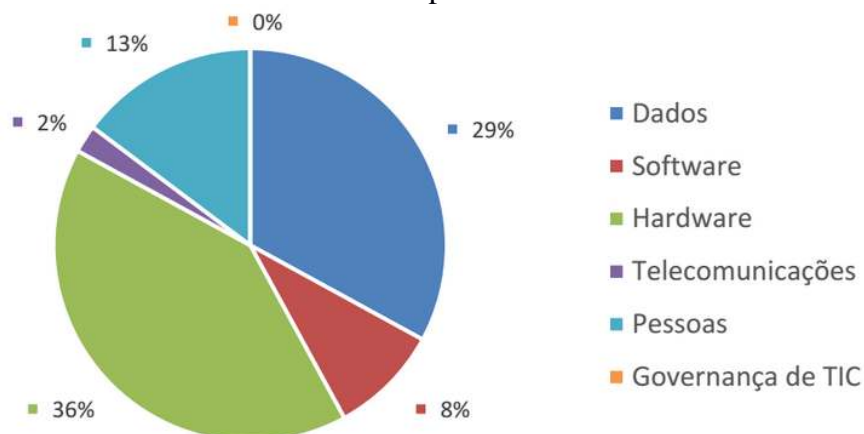
Ações	PPA	Dependência
A	9,919697685	0
C	9,056316591	3
D	9,523809524	0
E	10,43203372	0
F	10,0456621	2

Neste caso, é possível notar que a ação E do *payoff* acima, neste momento, não possui mais dependência. Assim, este passa a ser a próxima ação a ser executada.

V. ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os processos, notou-se que 47% destes possuíam alguma criticidade, conforme pode ser visto no gráfico 1.

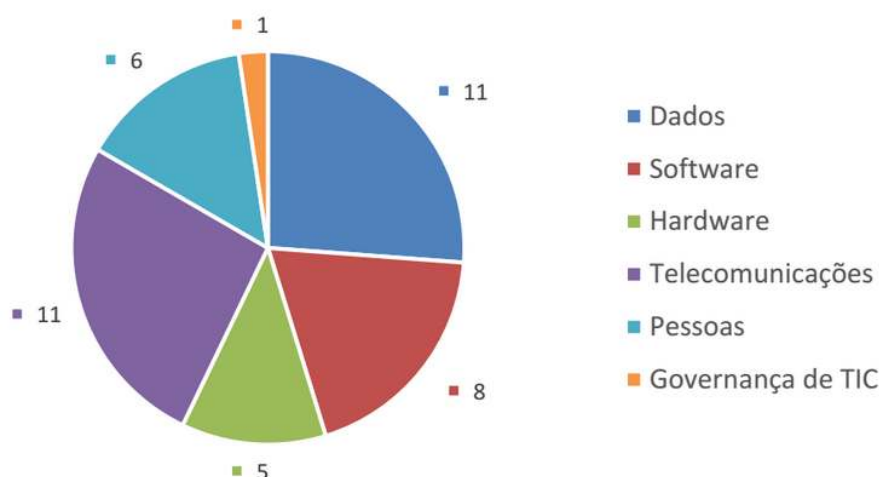
Gráfico 1. Percentual de criticidade por área PETIC



Fonte. Elaborado pelos autores

Os processos críticos são aqueles que devem sofrer ações para melhoria, no caso da PETIC, as ações são planejadas para um período de cinco anos, assim foram propostas 42 ações, sendo organizado por áreas, conforme a criticidade como pode ser visto no gráfico 2, o foco deste trabalho é priorizar estas ações para que seja feito o investimento de forma adequada.

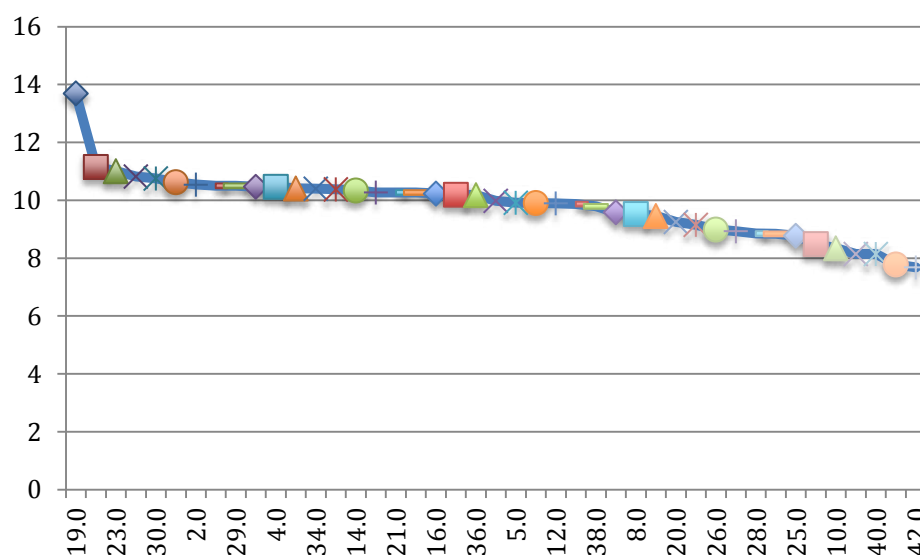
Gráfico 2. Quantidade de ações por área



Fonte.: elaborado pelos autores

Os 42 processos foram classificados por sua importância, conforme o gráfico 3, o que não resulta em uma realidade sobre a implementação da ação, justamente por ter diversas ações com dependência.

Gráfico 3. Classificação por importância



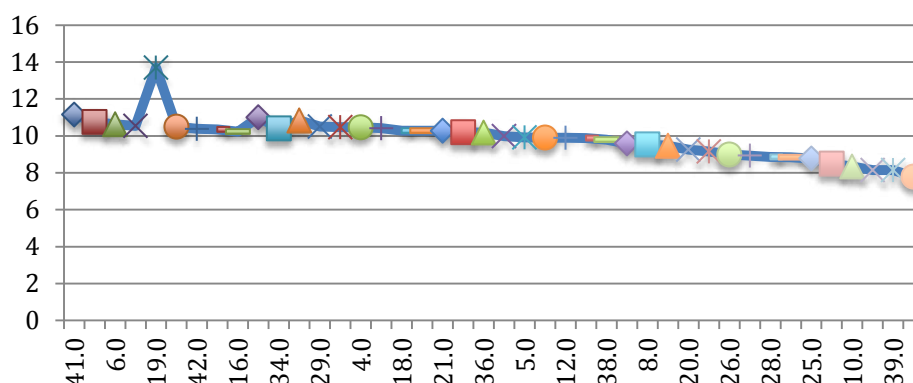
Fonte: Elaborado pelos autores

A ação 19 de maior importância, conforme gráfico 1, ao construir o payoff, dependia da ação 2 e 41, o que inviabilizaria sua implantação, assim, podemos responder aos questionamentos da pesquisa:

Q1. O modelo proposto consegue priorizar os investimentos reduzindo os custos iniciais de investimento e maximizando o retorno de investimento?

O modelo se mostrou funcional, sendo aplicado a um conjunto de 42 ações para cinco anos de planejamento. Porém, é necessário que tenha sido realizada, em primeira instância, a priorização das ações por meio de análise de risco, custo e retorno de investimento. Com isso, as indicações poderão ser feitas com informações completas, o modelo não prevê priorização com informações incompletas.

Após a priorização, é possível notar no gráfico 4, que a ordem foi alterada, porém reduzindo custos, já que as ações foram selecionadas pela combinação de importância com zero dependência.

Gráfico 4. Ações priorizadas pelo modelo

Fonte. Elaborado pelos autores

Q2. É possível prever investimentos a serem realizados com base nas ações a serem executadas?

Com o modelo de ordenação de ações, com base nos planejamentos, é possível a identificação sobre quando será realizada determinada a tarefa. Com isso será possível prever os investimentos necessários. Observa-se, portanto, que a teoria dos jogos permite a avaliação das ações como itens concorrentes, rejeitando-se a hipótese nula em favor da hipótese alternativa. O modelo permite a ordenação de ações e viabiliza a priorização de investimentos, porém, é aplicável, atualmente, apenas ao método PETIC por possibilitar uma avaliação quantitativa. No estudo de caso, aplicado junto a prefeitura de Aracaju, foi possível priorizar ações para cinco anos de investimentos, totalizando 42 ações priorizadas para cinco áreas e um total de noventa processos. A priorização foi feita por área, já que cada uma das áreas possuía recursos próprios para investimento, tornando o processo de decisão mais claro, conforme o gestor do CPD. Apesar do estudo ter sido aplicado apenas à Prefeitura de Aracaju, o modelo é abstrato o suficiente para que seja possível aplicar a qualquer instituição, desde que empregando a metodologia PETIC.

CONCLUSÃO

Com uma abordagem baseada em teoria dos jogos para a recomendação de priorização de ações do planejamento estratégico, os resultados encontrados na pesquisa indicam que essa teoria permite validar indicações sobre priorização de ações PETIC. A recomendação foi tratada como um problema de priorização racional de tarefas por meio da estratégia. O estudo de caso realizado demonstrou que os benefícios do uso da teoria dos jogos em conjunto com a métrica relacionam-se à obtenção de melhores resultados sobre a priorização de ações. Os resultados se mostram promissores e apontam para a viabilidade da abordagem com resultados similares ao processo manual, porém com maior qualidade em relação à análise entre custo e benefício.

Ao traçar uma linha comparativa do que foi utilizado para melhorar a tomada de decisão no que diz respeito aos investimentos em TICS, é percebido que o trabalho de Angelou *et al.* (2006) adota a modelagem de competição para melhorar o tomada de decisão nos investimentos em TIC, sendo desenvolvido um modelo de Real Option (RO) para apoiar na avaliação. Já em Avery *et al.* (2008) é descrito a dificuldade na tomada de decisão em paralelo com a oposição, haja vista que é necessário avaliar se o autor da tomada de decisão deve ou não se mover além de seu oponente, bem como verificar sua utilização para prever movimento futuro. Em Liao *et al.* (2009) utilizada a integração entre a teoria dos jogos com o método de opção real, para que seja realizada a ponderação em uma

possível estratégia de investimento entre os concorrentes, através do conceito de equilíbrio e obtendo um modelo de investimento considerado ideal para as empresas. E em Fukuyama *et al.* (2014) é empregado um sistema de apoio à decisão de grupos com o foco no debate, tendo em vista o envolvimento dos stakeholders e suas opiniões para tomada de decisão, o qual quase sempre contém conflitos entre seus participantes. Já este trabalho emprega a teoria dos jogos na priorização de ações para tomada de decisão no tocante com vistas ao planejamento estratégico das TIC em pequenas e médias empresas e instituições públicas, não fazendo comparação entre empresas, o que torna o processo simplificado, pois ao utilizar os modelos apresentados anteriormente, é necessário conhecer tanto internamente quanto externamente, assim como ponto positivo as informações são sempre completas para tomada de decisão, pois parte do público interno. Desta forma, este trabalho agrega como conhecimento para a área a análise de priorização, através de um processo lógico e objetivo, tornando mais claro a decisão sobre investimento.

Para trabalhos futuros pretende-se automatizar a tarefa de priorização empregando mineração de dados na base de dados do sistema Web Petic Wizard.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, Charu C. Data mining: the textbook. New York: Springer, 2015.
- AKABANE, Getulio K. Gestão Estratégica da Tecnologia da Informação: Conceitos, Metodologias, Planejamento e Avaliações. São Paulo, Atlas, 2012.
- AKER, Jennifer; CHANG, Victoria. Obama and the power of social media and technology The European Business Review, Londres, p. 16-21, mai-jun, 2010.
- ALBRIGHT, S.; WINSTON, Wayne. Business Analytics: Data Analysis & Decision Making. Cengage Learning, 2014.
- ANGELOU, G. N.; ECONOMIDES, Anastasios A. ICT investments as Real Options under competition threat. In: Telecommunications Symposium, 2006 International. IEEE, 2006. p. 894-899.
- AVERY, Phillipa M.; GREENWOOD, Garrison W.; MICHALEWICZ, Zbigniew. Coevolving strategic intelligence. In: Evolutionary Computation, 2008. CEC 2008.(IEEE World Congress on Computational Intelligence). IEEE Congress on. IEEE, 2008. p. 3523-3530.
- BASILI, Victor R.; WEISS, David M. A methodology for collecting valid software engineering data. Software Engineering, IEEE Transactions on, n. 6, p. 728-738, 1984.
- BRASSCON. Estratégia TIC Brasil 2022. Disponível em <<http://www.brasscom.org.br/brasscom/Portugues/detInstitucional.php?codArea=3&codCategoria=48#collapse72>> Acesso em 06 de dezembro de 2015.
- BRAVO, Cristián; FIGUEROA, Nicolás; WEBER, Richard. Game Theory & Data Mining model for price dynamics in financial institutions. In: Neural Networks (IJCNN), The 2010 International Joint Conference on. IEEE, 2010. p. 1-8.
- BÊRNI, Duilio de Avila; FERNANDEZ, Brena Paula Magno. Teoria dos jogos: crenças, desejos, escolhas. São Paulo: Saraiva, 2012.
- CHAI, Junyi; LIU, James NK; NGAI, Eric WT. Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. Expert Systems with Applications, v. 40, n. 10, p. 3872-3885, 2013.

- CHEN, Shuwei; Liu, Jun; Wang, Hui; Augusto, Juan Carlos. Ordering based decision making—a survey. *Information Fusion*, v. 14, n. 4, p. 521-531, 2013.
- FIANI, R. *Teoria dos Jogos*. 2. ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2006;
- FIGUEIREDO, Saulo Pofírio. *Gestão do conhecimento: estratégias competitivas para a criação e mobilização do conhecimento na empresa*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- FUKUYAMA, Kei; NAGAFUCHI, Hiroshi; FUJITA, Hikaru; NA, Jong-il; KAWABATA, Hiroshi. On strategic behaviors and prevention rules in participatory group decision processes. In: *Systems, Man and Cybernetics (SMC)*, 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014. p. 1940-1945.
- GANESH GANESH, M. et al. KDGT: Knowledge Discovery in Game Theory. In: *Knowledge Discovery and Data Mining*, 2009. WKDD 2009. Second International Workshop on. IEEE, 2009. p. 261-264.
- GALLIERS, Robert D.; LEIDNER, Dorothy E. *Strategic Information Management: Challenges and strategies in managing information systems*. Burlington: 2003. (3. Edição)
- GARCÍA, Salvador; LUENGO, Julián; HERRERA, Francisco. *Data Processing in Data Mining*. Gewerbestrasse: Springer, 2015.
- GOLDCHMIDT, Ronaldo; PASSOS, Emanuel, BEREZZA, Eduardo. *Data Mining: conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2. Ed., 2015.
- GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões. *Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério*. São Paulo: Atlas, 5. Edição, 2014.
- Hall, M.; Frank, E.; Holmes, G.; Pfahringer, B.; Reutemann, P.; Witten, I. H. The WEKA data mining software: an update. *ACM SIGKDD explorations newsletter*, v. 11, n. 1, p. 10-18, 2009.
- JOIA, Luiz Antonio; da Silva, André Antunes Nogueira; Miranda Junior, Cid Carvalho; Ramos, Eduardo Augusto de Andrade. *Gestão estratégica da tecnologia da informação*. Editora FGV, 2015.
- KAO, Anne.; POTEET, Stephen R. *Natural language processing and text mining*. Washington: Springer-Verlag London Limited, 2007.
- KAPLAN, Robert S., NORTON, David S. *Mapas estratégicos: Balanced scorecard: convertendo ativos intangíveis em resultados tangíveis*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- KICH, Juliane Ines di Francesco; PEREIRA, Maurício Fernandes. *Planejamento Estratégico: os pressupostos básicos para uma implantação eficaz*. São Paulo: Atlas, 2011.
- KLEINBERG, Jon; PAPADIMITRIOU, Christos; RAGHAVAN, Prabhakar. A microeconomic view of data mining. *Data mining and knowledge discovery*, v. 2, n. 4, p. 311-324, 1998.
- LIAO, Wei-Cheng; YIN, Chi-Yen; CHIANG, Johannes K. Decision making model on strategic technology investment using game theory. In: *Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009. IEEM 2009. IEEE International Conference on. IEEE, 2009. p. 813-817.
- MEIRELLES, F. S. 26ª Pesquisa Anual do Uso de TI: Mercado Brasileiro de TI e Uso nas Empresas, 2015. Disponível em <http://eaesp.fgvsp.br/ensinoeconhecimento/centros/cia/pesquisa>. Acesso em 25/07/2015

- NASCIMENTO, Rogério Patrício Chagas do. Metodologia PETIC: planejamento estratégico em TIC. In: NUNES, Maria Augusta Silvia Neto; Oliveira, Adicinéia Aparecida de; Ordonez, Edward David Moreno. Projetos e pesquisas em Ciências da Computação do DCOMP/PROCC/UFS. São Cristóvão: Editora UFS, 2012.
- NEUMANN, J. von; MORGENSTERN, Oskar. Theory of games and economic behavior. Princeton: Princeton UP, 1944.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação de conhecimento na empresa: como empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- OLIVEIRA FILHO, José de. Vivendo e aprendendo a jogar: um encaminhamento aos jogos da vida. Aracaju: Infor Graphics, 2011.
- PALMEIRA, Jeirlan Correia; NETO, Alberto Costa; DO NASCIMENTO, Rogério Patrício Chagas. PETIC 3.0: PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA PETIC. In: CONTECSI-International Conference on Information Systems and Technology Management. 2012. p. 4413-4442.
- PALMEIRA, Jeirlan Correia. PETIC 3.0: PROPOSTA DE APERFEIÇOAMENTO DA METODOLOGIA PETIC. 2011. 214 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.
- PEREIRA, Mauricio Gomes. Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 2012.
- PETERS, Hans. Game Theory: A multi-leveled approach. Maastricht: Springer, 2. Edição, 2015.
- PETIC. Petic Wizard. Disponível em <<http://petic.sourceforge.net/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.
- REIK, Alexander; LINDEMANN, Udo. Analyzing which technology-related information is required at which stage of product planning: A literature-based approach to integrate technology management into strategic product planning. In: Engineering, Technology and Innovation (ICE), 2014 International ICE Conference on. IEEE, 2014. p. 1-10.
- REZENDE, Denis Alcides. Planejamento de Sistemas de Informação e Informática: Guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. São Paulo: Atlas, 4. Edição, 2011.
- REZENDE, Denis Alcides; ABREU, Aline França de. Tecnologia da Informação: Aplicada a sistemas de informação empresariais. São Paulo: Atlas, 2013.
- SAMITSCH, Christoph. Data Quality and its Impacts on Decision-Making: how manager can benefit from good data. Innsbruck: Springer, 2014.
- SHAN, Ying-Jie. Integration IS strategy planning: Five stages framework based on the business strategy. In: Management Science and Engineering, 2009. ICMSE 2009. International Conference on. IEEE, 2009. p. 1224-1229.
- SEBRAE/SP. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas MPEs brasileiras. São Paulo: Observatório das MPEs – Sebrae/SP, 2008. Disponível em <http://www.sebraesp.com.br/arquivos_site/biblioteca/EstudosPesquisas/estudos_tematicos/tecnologia_informacao_comunicacao_2008.pdf> acessado em 20 de julho de 2015.
- SENA, André Pedral Sampaio de. Planejamento estratégico: como avaliar e controlar. Bahia: Edufba, 2013.

- SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henri F.; SUDARSHAN, S. Sistema de Banco de Dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. (6. Edição, tradução)
- SHI, Yong; ZHANG, L.; TIAN, Y.; LI, X. Intelligent Knowledge: A Study beyond Data Mining. Springer, 2015.
- TAIFI, Nouha. Strategic and technological aspects of institutional change: Engineering of a new mindset of information and knowledge management systems. In: ISKO-Maghreb, 2013 3rd International Symposium. IEEE, 2013. p. 1-6.
- VAN SOLINGEN, Rini; BERGHOUT, Egon. The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development. McGraw-Hill, 1999.
- WITTEN, Ian H., EIBE, Frank, HALL, Mark A. Data Mining: practical machine learning tools and techniques. Burlington(USA): Morgan Kaufmann Publishers, 3. Ed, 2011.
- YUJIE, Niu; XINDI, Wang. Research on the matching of IT strategic planning and business strategy. In: Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010 3rd IEEE International Conference on. IEEE, 2010. p. 177-181.