

PROPOSTA DE MÉTODO DE MENSURAÇÃO DA COMPLEXIDADE EM PROJETOS

RESUMO

O trabalho tem por objetivo desenvolver um instrumento de avaliação de projetos – uma Escala de Mensuração em graus numéricos – que contempla um conjunto de variáveis do atributo complexidade e incerteza em projetos. Do ponto de vista do Método, a pesquisa caracteriza-se como exploratória, pois se baseou no referencial teórico disponível sobre o assunto, levantamento de campo e desenvolvimento de uma Escala de Mensuração por meio de técnicas estatísticas. Pelo referencial teórico, identificou-se um conjunto de variáveis que foram avaliadas por 32 gestores de projetos que, por meio de um questionário, validaram um grupo de 14 variáveis, as quais passaram por análises de técnicas estatísticas de análises multivariadas – o Escalonamento Multidimensional e a Análise de *Clusters*. Os resultados das análises evidenciaram 10 variáveis que possuem maior aderência ao atributo complexidade e que, passam a compor a Escala de Mensuração. Esta análise permitiu a composição da referida escala, resultando na confecção de uma escala que faz convergir à classificação do atributo a um único ponto em relação à complexidade dos projetos. A Escala de Mensuração desenvolvida pode ser utilizada de forma rápida para qualquer projeto de diferentes tipos e portes de organização, tendo apenas como pré-requisito a identificação das variáveis dos projetos.

Palavras-chave: Projetos; Gestão de Projetos; Complexidade em Projetos; Variáveis da Complexidade; Escala de Mensuração.

MOTION FOR MEASUREMENT METHOD OF COMPLEX PROJECT

ABSTRACT

The purpose of this paper is developing a tool for evaluating projects – a range of numerical measurement in degrees – which includes a set of attributes of variables complexity in projects. The content of this paper is identified a set of variables that represent the attribute complexity. This set of variables was evaluated by 32 project managers who, through a questionnaire, validated two groups of 14 variables, which were analyzed through multivariate statistical techniques – the Multidimensional Scaling and Cluster Analysis. The analysis results showed that 10 variables have bigger adhesion of the attribute complexity therefore, they became part of the range measurement. This analysis also allowed resulting in the production of a scale that converges to the classification of attribute into a single point in relation to the complexity of projects. Existing scales for measuring attribute complexity in projects present a method for classification with qualitative analysis, which makes the subjective classification from the perspective of the project manager, so this paper proposes a scale of measurement in this attribute numerical grade. The Measurement Scale developed in this research can be easily applied to projects of different organizations kinds and sizes, and identifying the variables of the project.

Keywords: Projects; Project Management; Complexity in Projects; Variables Complexity; Measurement Scale.

Jefferson Souza Pinto¹
Olívio Novaski²
Rosley Anholon³
Élen Nara Carpiro Besteiro⁴

¹ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas com pesquisa na área de Gestão de Projetos - UNICAMP. Professor e Coordenador do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de São Paulo - IFSP. Brasil. E-mail: jeffsouzap@gmail.com

² Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Brasil. E-mail: novaski@fem.unicamp.br

³ Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Professor da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Brasil. E-mail: rosley@fem.unicamp.br

⁴ Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Professor Especialista da Universidade São Francisco - USF. Brasil. E-mail: besteiro.elen@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

É fato que os projetos estão apresentando, cada vez mais complexidade (Sbragia, Rodrigues, Piscopo & Vanali, 2009) e por isso, apresentam-se como grandes desafios às organizações. Considerando-se que a gestão de projetos reside no controle da relação de causa e efeito decorrente do grau de complexidade de um dado projeto, isto acarreta a necessidade do uso de técnicas e ferramentas para o gerenciamento de projetos, as quais não possuem somente um caráter qualitativo. A fim de reforçar a ideia de que há um olhar qualitativo sobre a complexidade, Fiedler-Ferrara (1998) *in* Carvalho, Almeida, Coelho, Fiedler-Ferrara e Morin. (1998, p. 39) afirma que “[...] complexidade é uma qualidade subjetiva e relativa: sua estimativa depende das finalidades do observador, que pode ser qualquer sistema interno ou externo”.

A evolução das técnicas de gerenciamento pela incorporação do uso de métricas, baseadas em ferramentas quantitativas, é o que norteia o desenvolvimento deste trabalho, a fim de se estabelecer novos parâmetros de classificação e mensuração do grau de complexidade de projetos, visando fornecer mais subsídios ao processo de tomada de decisão por parte das gerências de projetos, além de contribuir para um melhor desempenho dos processos e alcance dos objetivos ao longo do ciclo de vida do projeto.

Assim, é emergente a necessidade de desenvolver novos estudos com o objetivo de verificar outras variáveis que se inserem no processo de gerenciamento de projeto, tal como a questão da incerteza, pois quanto maior a empresa e a complexidade de seus projetos, maiores são as incertezas envolvidas, necessitando de um melhor controle gerencial e uma ligação mais adequada de cada projeto aos seus processos operacionais contínuos (PMI, 2013).

Conforme se verifica em Baccarini (1996), a preocupação com a avaliação da complexidade para o gerenciamento dos projetos não é recente. Baccarini (1996), por meio da publicação de um artigo já afirmava que a avaliação era uma questão importante para o gerenciamento de projetos e que a classificação do tipo de complexidade era ainda um aspecto inexistente na literatura disponível da área.

O objetivo deste trabalho é apresentar um critério de mensuração do grau de influência de variáveis relativas ao atributo complexidade em gestão de projetos, para propor uma escala de mensuração em graus numéricos desse atributo, devidamente validadas por gestores de projetos, a fim de apoiar os processos de decisão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COMPLEXIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS

Sinha, Thomson e Kumar (2001) afirmam que não existe um conceito único de complexidade que pode agregar adequadamente a noção intuitiva do que a palavra deveria significar. Projetos têm sido descritos como sistemas complexos que exigem uma gestão, não só porque envolvem questões tecnológicas, mas porque neles estão envolvidos amplos fatores organizacionais, os quais se encontram fora do alcance do controle do gerente de projetos (Whitty & Maylor, 2009).

Assim, diante das afirmativas de Sinha, Thomson e Kumar (2001) e de Whitty e Maylor (2009) é possível acreditar que enquanto não se estabelecer uma definição consensual de complexidade nos projetos, não será possível se estabelecer maiores análises do impacto da mesma dentro do contexto de gerenciamento de projetos, e consequentemente de que maneira poder fazer a sua mensuração. Vidal, Marle e Bocquet (2011) ao se tomarem como base o trabalho de outros pesquisadores da área de projetos propõem a seguinte definição para complexidade: “É a propriedade que um projeto possui de tornar-se difícil de entender, prever e manter sob controle o seu comportamento geral, mesmo quando se possui informações, razoavelmente completas, sobre o sistema do projeto”.

Para Whitty e Maylor (2009), complexidade no ambiente do projeto não originasse apenas de uma estrutura individual de elementos (interessados externos no projeto, características da tarefa e complexidade organizacional) e sua interação, mas também com os efeitos dinâmicos de mudança gerados por cada uma das interações e, em seguida com a interação entre as mudanças que foram geradas, consequentemente gerando novas mudanças em outras partes do sistema.

Perminova, Gustafsson e Wikström (2008) apontam que grande parte dos projetos possui restrições de tempo, custos e no escopo, bem como demandam qualidade. E ainda possuem um alto nível de incerteza, a qual gera efeitos positivos e negativos em qualquer projeto. Nesse sentido, os projetos são complexos e incertos, fato que gera a necessidade de maior flexibilidade e reflexão em como gerenciá-los.

Em decorrência das colocações dos autores, é possível verificar que à medida que os requisitos para o desenvolvimento dos projetos são ampliados o grau de complexidade aumenta, fazendo com que níveis de controle ou de gerenciamento sejam cada vez mais necessários e detalhados, a fim de que possa haver uma diminuição do impacto no desempenho do projeto e consequentemente em seu encerramento.

2.2 VARIÁVEIS DO ATRIBUTO COMPLEXIDADE EM GESTÃO DE PROJETOS

Para Kujala, Artto e Parhankasngas (2007), os projetos possuem atributos que se inserem como fatores contingenciais no contexto dos projetos, sendo eles: descontinuidade, frequência, singularidade, complexidade, interdependência, tamanho, incerteza, e custo total do ciclo de vida do produto do projeto. Segundo Shenhar, Levy e Dvir (1997), o sucesso de um projeto se baseia em quatro dimensões: Eficiência do projeto; Impacto/satisfação do cliente; Impacto comercial na organização; e, Abertura de novas oportunidades para o futuro.

Em decorrência do exposto por Kujala, Artto e Parhankasngas (2007) e Shenhar, Levy e Dvir (1997), há dificuldade em estabelecer quais são os componentes que estão inseridos no atributo complexidade na gestão dos projetos, assim esse trabalho propõe estabelecer e levantar quais seriam os subatributos da complexidade relacionados à gestão de projetos, esses subatributos neste trabalho serão tratados como variáveis.

A partir desta necessidade, levanta-se a concepção de Vidal, Marle e Bocquet (2011), que identificou a partir de uma pesquisa com 38 profissionais entre acadêmicos internacionais especialistas em gerenciamento de projetos, quais

seriam os atributos de complexidade em projetos, levantamento este que foi realizado de forma diversificada pela localização geográfica e gênero. Enquanto que, Little (2005) afirma que a complexidade é composta pelo tamanho da equipe de projeto e seu aspecto crítico.

O que é possível notar nas análises das propostas de Little (2005), Carvalho (20034) e, Vidal, Marle e Bocquet (2011), que os aspectos apresentados pelos autores estão presentes nos projetos, porém as análises não conseguem classificar de forma clara, o quão complexos são os projetos, ou mesmo, estabelecer um critério para realizar uma análise do nível de complexidade, o que torna as propostas subjetivas, pois tratam de muitos aspectos dos projetos de forma qualitativa apenas.

E ainda, complementando as análises, é relevante o trabalho de Toledo, Silva, Mendes e Jugend (2008), no qual foi analisada uma amostra de 62 empresas que trabalham com projetos, e dessa pesquisa foi levantado um conjunto de variáveis que podem influenciar o grau de complexidade dos projetos. Em síntese, os resultados levantados no referencial teórico são as variáveis que compõe o atributo complexidade, que são 44 variáveis, conforme apresentadas no Quadro 1, a partir do levantamento de Pinto, Novaski, Anholon e Besteiro (2014).

Nº.	VARIÁVEIS DO ATRIBUTO COMPLEXIDADE	AUTOR (ES)
1	Tamanho da equipe;	Little (2005)
2	Missão crítica;	
3	Localização da equipe;	
4	Capacidade da equipe;	
5	Domínio das lacunas de conhecimento;	
6	Dependências de projetos.	
7	Número de sistemas;	Kujala, Artto e Parhankasngas (2007)
8	Necessidades de integração;	
9	Competências necessárias.	
10	Número de interessados no projeto;	Vidal, Marle e Bocquet (2011)
11	Variedade e interdependência de combinações de sistemas de informação;	
12	Localização geográfica dos interessados no projeto (e sua insatisfação mútua);	
13	Variedade de interesses dos interessados do projeto;	
14	Dependência com o ambiente;	
15	Disponibilidade de pessoas, materiais e outros recursos para compartilhamento;	
16	Inter-relações entre as áreas, departamentos e empresas;	

17	Interconectividade e feedback das tarefas e redes de projetos;	
18	Cooperação e comunicação da equipe;	
19	Dependência entre os cronogramas;	
20	Interdependência dos sistemas de informação;	
21	Interdependência dos objetivos;	
22	Nível de inter-relação entre as fases;	
23	Interdependência dos processos - porte;	
24	Variabilidade e configuração cultural;	
25	Interdependência das especificações;	
26	Complexidade do ambiente (ambiente de rede);	
27	Número de organizações envolvidas no projeto;	Carvalho (2003)
28	Sistemas de informação envolvidos no projeto;	
29	Quantidade de departamentos que definem regras de negócio para o projeto;	
30	Tipos de projeto;	
31	Obtenção de informações junto ao gestor do negócio;	
32	Número de provedores para o projeto;	
33	Nível de mudanças que o projeto causará nos processos de negócio.	
34	Resultado do novo produto;	Toledo <i>et al.</i> (2008)
35	Grau de inovação do produto;	
36	Características do mercado alvo;	
37	Fontes de tecnologia;	
38	Características do produto;	
39	Habilidades da empresa;	
40	Habilidades do líder de projeto;	
41	Organização das equipes de projeto - estrutura;	
42	Qualidade de execução de outras atividades;	
43	Integração do PDP;	
44	Qualidade de execução das atividades do PDP.	

Quadro 1 - Variáveis levantadas do atributo complexidade em projetos.

Fonte: Pinto *et al.* (2014).

Portanto, por meio da análise do referencial teórico foram selecionadas 44 variáveis que possuem maior aderência ao contexto dos atributos complexidade por serem passíveis de algum tipo de mensuração ou quantificação, ou seja, buscou-se verificar a mensurabilidade de cada uma, inclusive com o apoio do referencial teórico.

2.3 MODELOS PARA MENSURAÇÃO DA COMPLEXIDADE EM PROJETOS

Nicholas (1990) adaptado por Slack, Chambers e Johnston (2002), apresenta uma classificação dos projetos apresentada na Figura 1, que decorre da análise de duas variáveis que compõem o contexto dos projetos, a complexidade e a incerteza, no eixo da abscissa se encontra a complexidade e no eixo da ordenada está a incerteza, ambas podem ser classificadas em níveis que vão de baixa a alta, porém sem estabelecer uma escala quantitativa a fim de haver uma maior compreensão do processo de classificação.

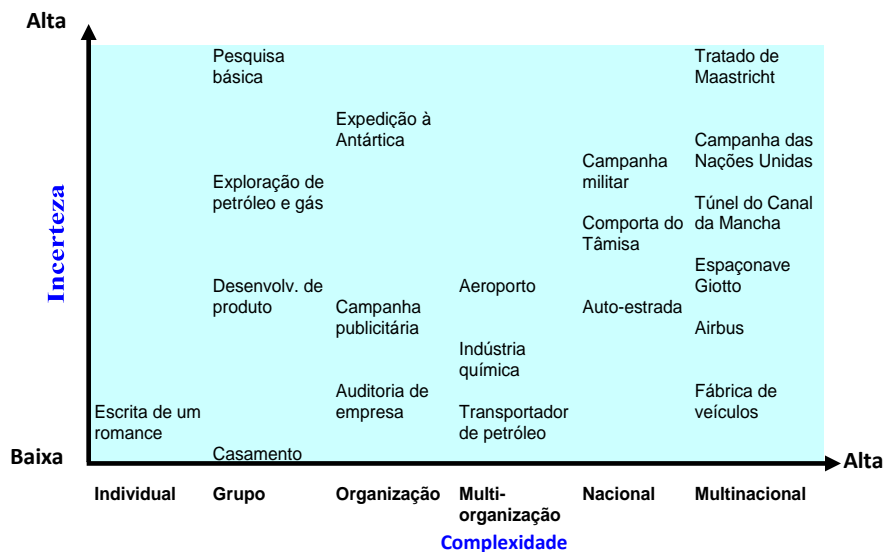


Figura 1 - **Tipologia de Projetos.**

Fonte: Nicholas (1990) adaptado por Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 513).

Para Maximiano (2008, p. 07), a complexidade é medida pelo número de variáveis que contém um dado projeto, assim um projeto complexo é aquele que possui um grande número de variáveis a serem administradas, tais como: (a) multidisciplinaridade ou diversidade de perfis profissionais, necessários para a realização de um projeto; (b) distância física entre pessoas ou recursos do projeto; (c) número de pessoas, organizações ou instalações envolvidas; (d) diversidade e volume de informações a serem processadas; (e) duração; (f) condições a serem observadas (risco e segurança, por exemplo), de acordo com a Figura 2.

Em um contexto empírico, conforme outras matrizes de classificação propostas por outros

autores, dentre os quais Slack, Chambers, Johnston e Betts (2008), Shenhar e Wideman (2000), Carvalho (2003), Barcaui (2006), Kerzner (2011) podemos ter diferentes classificações relacionando a complexidade e a incerteza, porém não apresentam maior similaridade com a matriz proposta neste trabalho, e assim não serão expostas. Contudo, todas as matrizes demonstram a relação da complexidade nos projetos, o que denota que a complexidade é um fator de extrema relevância e impacto no desempenho do projeto, levando as organizações à necessidade de estabelecer um maior controle no mapeamento da complexidade.

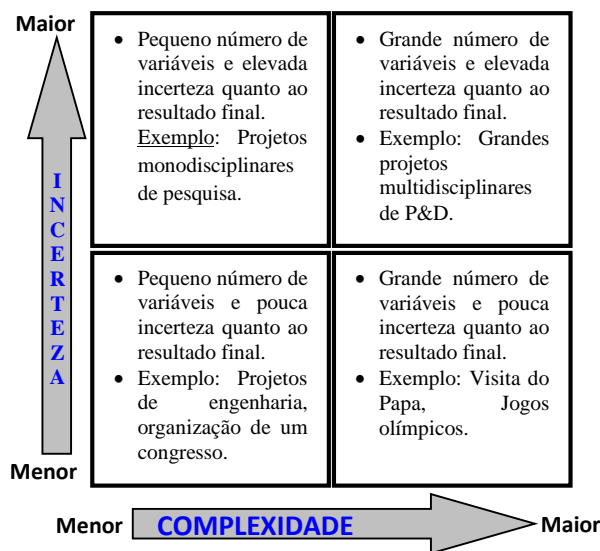


Figura 2 - Matriz de relacionamento complexidade e incerteza dos projetos.
Fonte: Maximiano (2008, p. 08).

Por fim, é apresentada a matriz de classificação proposta por Little (2005), que propõe um modelo com uma matriz de pontuação para ambas as dimensões – complexidade e incerteza, sendo essa dividida em quatro quadrantes e nomeada

com Matriz Houston, apresentada na Figura 3, a qual utiliza nomes de animais para estabelecer a classificação e representar os projetos em cada um dos quadrantes.



Figura 3 - Matriz Houston de relacionamento complexidade e incerteza.
Fonte: Little (2005, p. 31).

O que se pode notar é que as matrizes apresentadas, são tentativas de se encontrar uma classificação para os projetos buscando fazer um enquadramento em níveis, que possam auxiliar na tomada de decisões que envolvem as atividades do projeto, e provavelmente na escolha das ferramentas que irão auxiliar o desenvolvimento desses projetos. Porém, o que se pode verificar é que são poucas as

matrizes que apresentam um método de como fazer essa classificação, seja no que tange a análise da complexidade, e ainda ir além das análises qualitativas que as matrizes apresentam, que tornam a classificação subjetiva aos “olhos” de quem está à frente da gestão do projeto.

3 MÉTODO E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa aqui desenvolvida é de finalidade aplicada, uma vez que se pretende colaborar com o processo de gestão de organizações, especificamente no que se refere ao gerenciamento de projetos e a problemática implícita de controle das variáveis do atributo complexidade. Quanto à tipologia, a pesquisa é exploratória, uma vez que se pretende aprofundar a compreensão sobre as já referidas variáveis do atributo complexidade em projetos, com base nos estudos existentes sobre este assunto. Do ponto de vista da estratégia de pesquisa, inicialmente desenvolveu-se um estudo, por meio de revisão bibliográfica, para a apresentação do referencial teórico existente e verificação de modelos similares encontrados na bibliografia, afim de mostrar a originalidade do mesmo. Este referencial levantou os principais conceitos que norteiam esta pesquisa sobre a identificação e quantificação de variáveis que interferem no atributo complexidade no gerenciamento de projetos e apresentou-os, sob a perspectiva de vários autores, estudiosos no assunto.

No intuito de avaliar as 44 variáveis identificadas no referencial teórico, pela percepção de gestores sobre o grau de aderência daquele ao atributo complexidade, a partir do levantamento das variáveis mencionadas do atributo complexidade nos projetos, foi delineada uma pesquisa exploratória do tipo *survey* utilizando um questionário elaborado com três grupos de perguntas: um para levantamento do perfil do respondente e da organização que desenvolveu o projeto que subsidia as respostas; e, um com o grupo de 14 variáveis do atributo complexidade. Estas 14 variáveis de ambos os atributos foram desenvolvidas após amplo estudo sobre os conceitos destes atributos, adotando-se o critério da mensurabilidade das variáveis baseado nas contribuições da literatura de gerenciamento de projetos, em que a variável deve ser passível de mensuração ou quantificação, seja por meio de sua tipologia ou pela inserção de algum intervalo de classificação. Em decorrência dessas premissas foram selecionadas as variáveis do atributo complexidade, conforme apresentado no Quadro 2, e posteriormente, desenvolvidos os níveis de classificação para cada uma delas (Quadro 3).

VARIÁVEIS DO ATRIBUTO COMPLEXIDADE	
1	Tamanho da equipe do projeto
2	Tamanho relativo do projeto
3	Tipo de inovação
4	Porte da organização
5	Localização dos membros da equipe de projetos
6	Número de organizações envolvidas no projeto
7	Tipo de projeto
8	Número de departamentos da organização envolvidos no projeto
9	Nível de impacto das mudanças causadas pelo projeto
10	Número de interessados no projeto (<i>stakeholders</i>)
11	Localização geográfica dos interessados no projeto (<i>stakeholders</i>)
12	Tipo de estrutura do projeto
13	Pressão por prazos
14	Nível de dependência de outros projetos da organização

Quadro 2 - Variáveis selecionadas do atributo complexidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Para obter os dados foram encaminhados 66 questionários para as organizações de diversos portes e segmentos, sendo que houve retorno de 32 questionários respondidos e válidos, confirmando a validade externa. A pesquisa realizada apresentou um retorno significativo, pois houve, em um universo de 66 empresas para as quais foram encaminhados os projetos, um retorno de 48,48%, o que totaliza 32 empresas.

No caso do levantamento dos atributos desta pesquisa, é solicitado ao respondente fazer uma avaliação do nível de impacto e nível de importância

de cada uma das variáveis com base no último projeto que participou. O respondente deve atribuir uma pontuação 1 a 5 pontos para cada um dos níveis citados, sendo que, '1' para o nível mais "fraco" e '5' para o nível mais "forte", baseada na Escala de Likert tradicional, conforme apontado no Quadro 3.

As análises da pesquisa das variáveis do atributo complexidade foram realizadas com duas técnicas estatísticas de análise multivariada – Escalonamento Multidimensional (EMD) e a Análise de *Cluster*. O Escalonamento Multidimensional (EMD) ou também chamado

mapeamento perceptual (na literatura: *Multidimensional Scaling – MDS*), é uma técnica multivariada de interdependência para análise de dados, a qual é composta por uma série de métodos que auxiliam na identificação das dimensões mais importantes oriundas das avaliações realizadas pelos respondentes em um espaço multidimensional. Portanto a análise gráfica representa as relações

descobertas por dados que representam similaridade ou preferência (Hair, Jr., Black, Babin, Anderson & Tathan, 2009). É necessário reforçar que as dimensões e suas escalas estabelecidas, como no caso das saídas do *software* SPSS 15 (dimensão 1 e 2) são subjetivas e características do método, não se referindo as variáveis analisadas por esse trabalho.

NÍVEL DE ANÁLISE	OPÇÕES
Opções de resposta para o Nível de Impacto	1 – nenhum impacto da variável no atributo; 2 – baixo impacto da variável no atributo; 3 – pouco impacto da variável no atributo; 4 – médio impacto da variável no atributo; 5 – alto impacto da variável no atributo.
Opções de resposta para o Nível de importância	1 – nenhuma importância da variável para o projeto; 2 – pouca importância da variável para o projeto; 3 – média importância da variável para o projeto; 4 – importante a variável para o projeto; 5 – muito importante a variável para o projeto.

Quadro 3 - Níveis de análise do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

Enquanto, que a Análise de *Cluster*, analisa um conjunto de relações interdependentes, não fazendo distinção entre variáveis dependentes ou independentes, de modo a analisar as relações de interdependência entre todo o conjunto de variáveis. Assim, o objetivo principal do método é a classificação dos objetos em grupos relativamente homogêneos com base no conjunto de variáveis consideradas (MALHOTRA, 2012).

Essas técnicas subsidiaram a triagem das variáveis mais relevantes e com maior aderência ao comportamento do atributo analisado, em decorrência da aplicação das técnicas foi possível fazer uma triagem do número de variáveis significativas, as quais foram reduzidas de 14 para 10, em cada um dos atributos. As variáveis do atributo dos projetos foram inseridas e analisadas no *Software* SPSS 15, utilizado para ambas as análises citadas, para processamento das análises, sendo que as 14 variáveis são codificadas da seguinte forma: (a) VC1 a VC14 (variáveis complexidade impacto); e, (b) VC1I a VC14I (variáveis complexidade importância). As análises por meio das técnicas de análises multivariadas são realizadas com todas as variáveis do atributo complexidade, nos níveis de impacto e importância, e de forma unificada com esses dois níveis, são apresentadas neste trabalho.

4 ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES MULTIVARIADAS DO ATRIBUTO COMPLEXIDADE

Ao estabelecer uma análise conjunta de ambos os métodos estatísticos – Escalonamento Multidimensional (EMD) e a Análise de *Cluster*, fica evidenciado na Figura 4 que apresenta o mapa perceptual do EMD que as variáveis do atributo complexidade em destaque: (1) – “tamanho da equipe do projeto”, (6) – “número de organizações envolvidas no projeto”, (13) – “pressão por prazos” e (14) – “nível de dependência de outros projetos da organização” apresentam menor aderência ao explicar o comportamento do atributo complexidade, ou seja, possuem menor inserção ao contexto da complexidade no que diz respeito ao grau de complexidade de um projeto, por estarem mais afastadas do núcleo que se encontra a maioria das variáveis. Fato que também pode ser confirmado pela análise de *cluster* no dendograma da Figura 5. A análise do dendograma reforça que as variáveis (6) – “número de organizações envolvidas no projeto” e (14) – “nível de dependência de outros projetos da organização”, em níveis de impacto e importância, apresentam menor aderência ao explicar o comportamento do atributo complexidade, a partir da análise do impacto e importância das variáveis desse atributo. Portanto, o seu grau de similaridade com as demais variáveis é baixo, o qual pode ser

verificado ao ver que as variáveis citadas estão compreendidas nos dois últimos *clusters* formados e que possuem maior distância euclidiana em relação às demais.

Ao estabelecer um desdobramento no atributo complexidade nos níveis de impacto e de importância, inicialmente é apresentada a análise do

nível de impacto pelo EMD, que conforme a Figura 6 verifica-se a confirmação da análise da Figura 4, pois, as variáveis (1), (6), (13) e (14), não apresentam aderência ao explicar o comportamento da complexidade, ou seja, apresentam o mesmo comportamento analisado anteriormente.

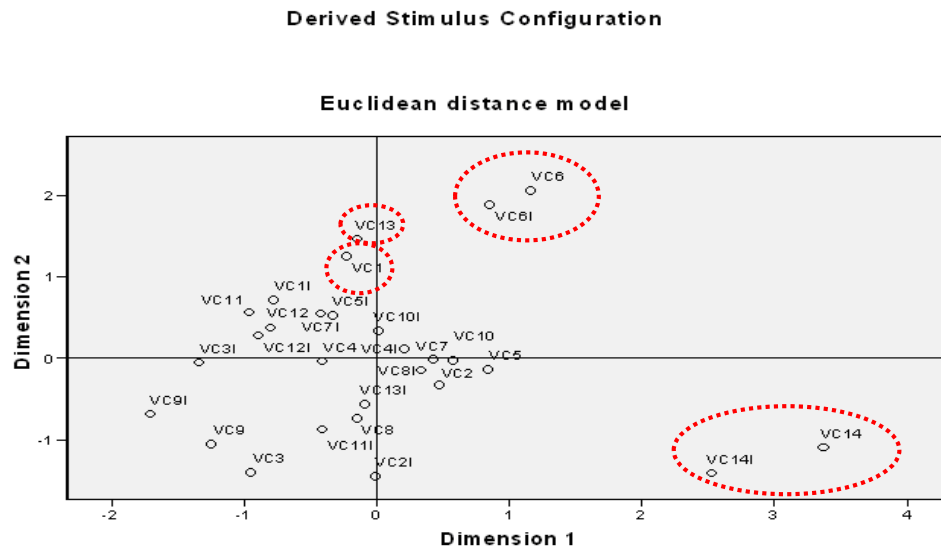


Figura 4 -Mapa perceptual de similaridade (variáveis) - Distâncias euclidianas – atributo complexidade: impacto e importância.

Fonte: Dados da pesquisa.

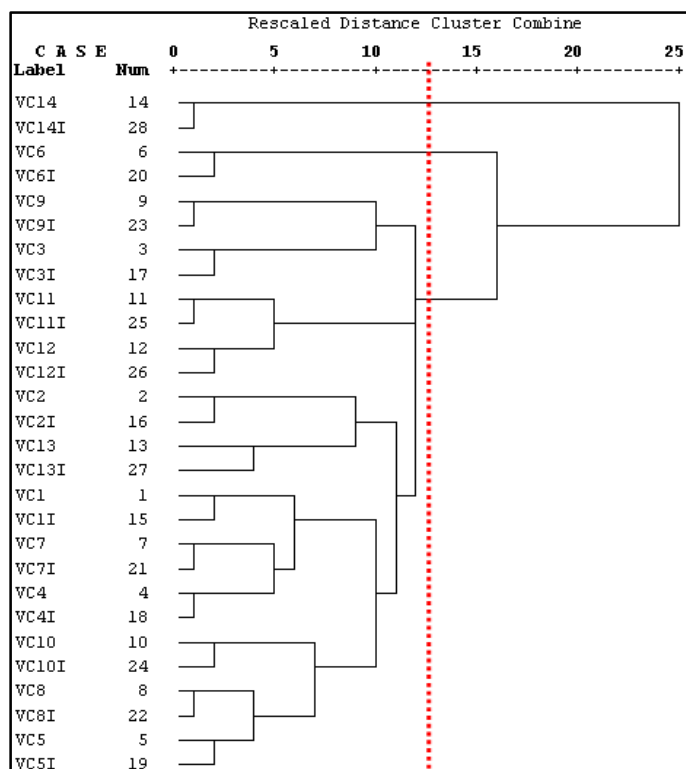


Figura 5 - Dendograma (variáveis) usando Método de *Ward* na Hierarquização na Análise de *Cluster* - complexidade: unificação – impacto e importância.
 Fonte: Dados da pesquisa.

Derived Stimulus Configuration

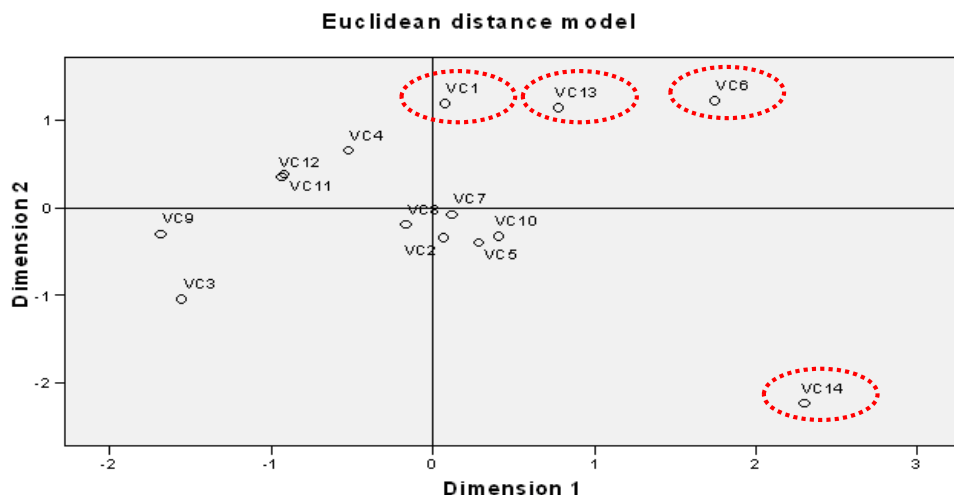


Figura 6 - Mapa perceptual de similaridade (variáveis) - Distâncias euclidianas – atributo complexidade: impacto.
 Fonte: Dados da pesquisa.

Confirmando as análises do EMD, a análise de *cluster* do atributo complexidade, a partir do levantamento do nível de impacto das variáveis na complexidade dos projetos, verifica-se, conforme análise da Figura 7, que as variáveis que apontam

possuir um menor grau de similaridade com o atributo são as variáveis (6) – “número de organizações envolvidas no projeto” e (14) – “nível de dependência de outros projetos da organização”.

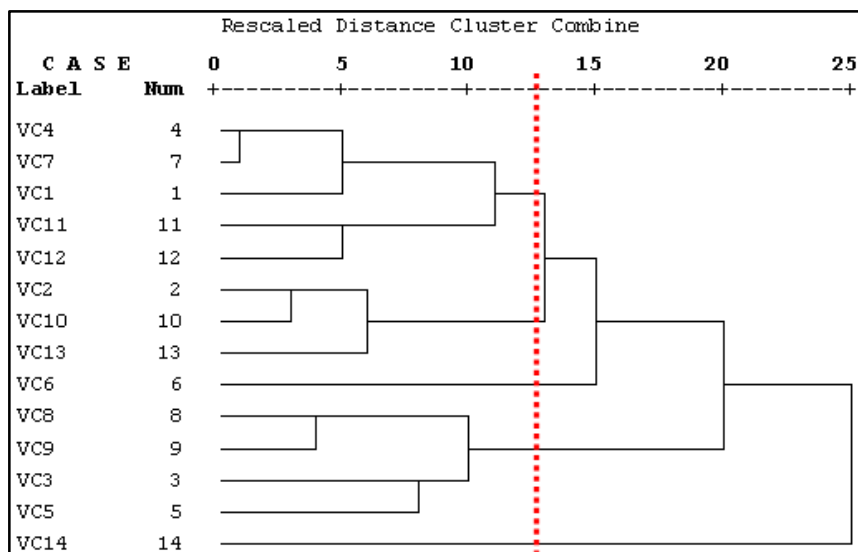


Figura 7 - Dendrograma (variáveis) usando Método de *Ward* na Hierarquização na Análise de *Cluster* - complexidade: impacto.

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se observar na Figura 8 com a análise do EMD no atributo complexidade no nível de importância, a variável (14) – “nível de dependência de outros projetos da organização” apresenta menor aderência ao atributo complexidade, seguida pela variável (6) – “número de organizações envolvidas no projeto”, confirmando as análises estabelecidas nas Figuras 4 e 6.

Esta análise corrobora com o estabelecido pelo EMD em relação a variável (14), confirmando que esta tem menor aderência ao atributo citado.

Quanto às demais variáveis – (2) e (11) –, que foram evidenciadas na análise de *Clusters* em comparação aos outros três conjuntos de análise apresentadas anteriormente. É necessário ressaltar que as análises de *clusters* apresentadas não apontam que as variáveis (2) e (11) possuem menor aderência ao atributo complexidade, porém a decisão de se manter as variáveis citadas no atributo complexidade em projetos será estabelecida no fechamento das análises.

Derived Stimulus Configuration

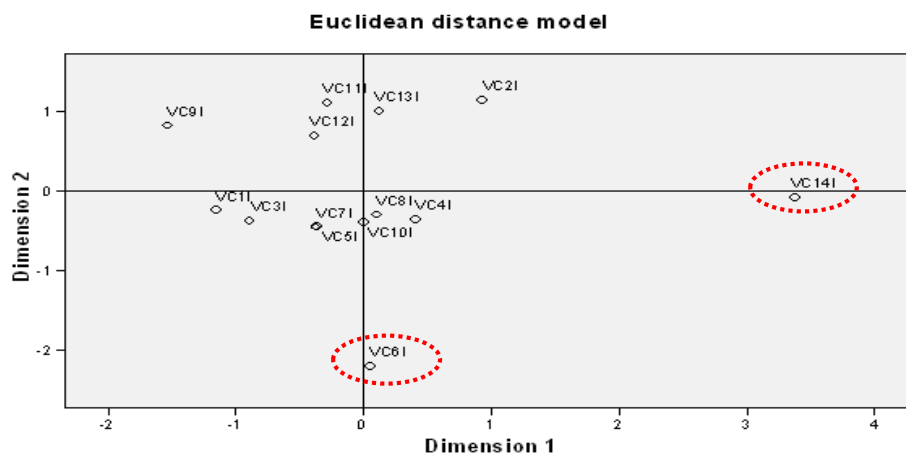


Figura 8 - Mapa perceptual de similaridade (variáveis) - Distâncias euclidianas – atributo complexidade: importância.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de *clusters* apresentada na Figura 9, no atributo complexidade em nível de importância aponta que as variáveis: (2) – “tamanho relativo do projeto”; (11) – “localização dos interessados no

projeto”; e, (14) – “nível de dependência de outros projetos da organização”, apresentam menor similaridade com as demais variáveis que possuem maior aderência com o atributo citado.

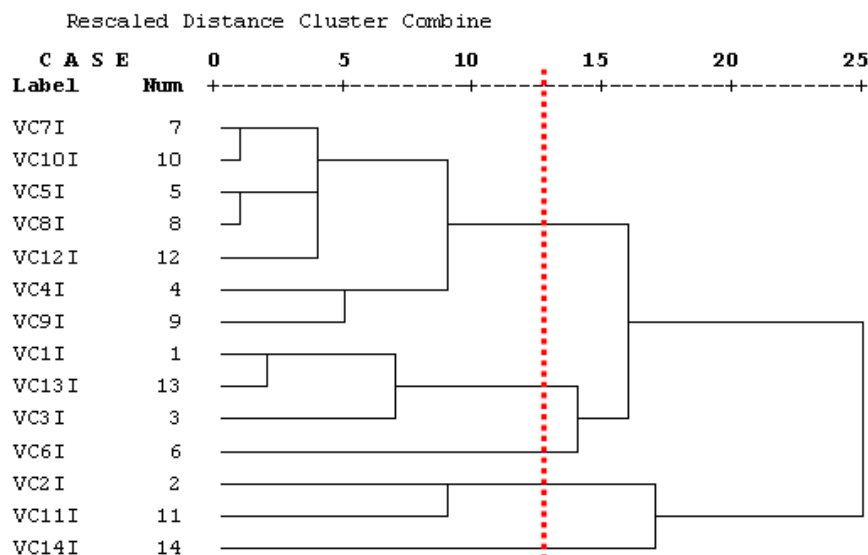


Figura 9 - Dendrograma (variáveis) usando Método de Ward na Hierarquização na Análise de *Clusters* - complexidade: importância.

Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 CONCLUSÕES DAS ANÁLISES DAS TÉCNICAS DE ANÁLISES MULTIVARIADAS

As análises do Quadro 4 apontam que os métodos de análise multivariada – Escalonamento Multidimensional (EMD) e Análise de *Clusters* –, tiveram caráter complementar nas análises,

proporcionando uma maior amplitude na seleção das variáveis que irão compor o instrumento final de análise do atributo complexidade do projeto. Portanto, em decorrência destas análises pode-se verificar as variáveis que possuem maior aderência ou “poder” de explicação do comportamento do atributo.

ATRIBUTO	NÍVEL DE ANÁLISE*	MÉTODO DE ANÁLISE MULTIVARIADA	
		EMD	ANÁLISE DE CLUSTER
		variáveis	variáveis
Complexidade	impacto unificado a importância	1, 6, 13 e 14	6 e 14
Complexidade	impacto	1, 6, 13 e 14	6 e 14
Complexidade	importância	6 e 14	2, 11 e 14

Quadro 4 - Variáveis com menor aderência EMD e Análise de *Clusters* – complexidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

A partir do Quadro 4 com base em ambas os métodos, verifica-se que as variáveis com maior confirmação ou repetibilidade, selecionadas para serem excluídas do método proposto de mensuração da complexidade, são: (a) variável (1): “tamanho da equipe do projeto”; (b) variável (6): “número de organizações envolvidas no projeto”; (c) variável (11): “localização geográfica dos interessados no

projeto (*stakeholders*)”; e, (d) variável (14): “nível de dependência de outros projetos da organização”.

Cabe expor que mesmo a variável (13): “pressão por prazos” tendo se repetidos em duas análises do EMD, segundo a análise realizada na literatura, a pressão por prazos é uma variável relevante ao contexto do projeto, a qual influencia diretamente o seu nível complexidade, por tal motivo

será mantida na proposta de mensuração deste trabalho. Enquanto que a variável (11): “localização geográfica dos interessados no projeto (*stakeholders*)”, pode ser excluída do contexto de análise da complexidade, pois o projeto em suas premissas gerais irá se desenvolver em detrimento a localização de seus interessados, o que justifica a exclusão da variável no atributo. Assim, a partir do

questionário descrito com as variáveis que melhor descrevem o comportamento do atributo complexidade em projetos. As variáveis selecionadas anteriormente e que são passíveis de mensuração estão inseridas no contexto do atributo complexidade do projeto são apresentadas no Quadro 5.

VARIÁVEL	
1	Tamanho relativo do projeto
2	Tipo de inovação (tecnológica ou organizacional)
3	Porte da organização
4	Localização dos membros da equipe de projetos
5	Tipo de projeto
6	Número de departamentos da organização envolvidos no projeto
7	Nível de impacto das mudanças causadas pelo projeto
8	Número de interessados no projeto (<i>stakeholders</i>)
9	Tipo de estrutura do projeto
10	Pressão por prazos

Quadro 5 - Variáveis do atributo complexidade da escala proposta.

Fonte: Dados da pesquisa.

5 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE MÉTODO DE MENSURAÇÃO

A partir do levantamento realizado e após serem realizadas as análises pelo EMD e Análise de *Cluster*, resulta-se após a triagem nas variáveis apresentadas no Quadros 5 que caracterizam os projetos em termos de complexidade. Em decorrência é possível desenvolver uma pontuação para os projetos, de acordo com seu nível de complexidade, estabelecendo uma classificação em um espaço unidimensional, que será uma escala de mensuração proposta no trabalho.

A partir dessas variáveis que passaram pelo processo de triagem, apresenta-se uma ponderação das pontuações no nível de impacto e importância das variáveis dos projetos. De acordo com as análises, as variáveis não possuem dispersão (ou quase nula). Em detrimento a isso, os “pesos” que são atribuídos no nível de impacto seguem aqueles utilizados no questionário aplicado, tendo seus níveis estabelecidos em um intervalo de ‘1’ a ‘5’ pontos, onde ‘1’ ponto representa que a variável não tem nenhum impacto no atributo, e ‘5’ pontos para uma variável com alto impacto no atributo, conforme exposto no Quadro 6.

IMPACTO	1	2	3	4	5
“Pesos” dos atribuídos	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

Quadro 6 - Pontuação do nível de impacto das variáveis da proposta.

Fonte: Elaboração dos autores.

No nível de importância da variável para o projeto, de acordo com o Quadro 7, segue-se a mesma lógica apresentada para o nível de impacto, nestas a dispersão também é aproximadamente nula,

assim os níveis de importância são estabelecidos no intervalo de 1 a 5 pontos, onde ‘1’ representa que a variável não possui importância para o projeto, e ‘5’ quando a variável é muito importante para o projeto.

IMPORTÂNCIA	1	2	3	4	5
“Pesos” dos atribuídos	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

Quadro 7 - Pontuação do nível de importância das variáveis da proposta.

Fonte: Elaboração dos autores.

Portanto, o autor propõe que sejam estabelecidas as equações para o cálculo da pontuação do atributo complexidade, as quais são, respectivamente, a Equação 1,

$$\text{complexidade} = \sum_{i=1}^{10} \text{impacto} \times \text{importância} \quad (1)$$

Em que

- a) “**impacto**” representa o ponto atribuído ao nível de impacto da variável no atributo, tanto para complexidade;

- b) “**importância**” representa o ponto atribuído ao nível de importância da variável no atributo, tanto para complexidade.

Com as considerações referentes às pontuações estabelecidas, o Quadro 8 apresenta a forma em que são estabelecidos os cálculos para pontuação mínima e máxima do atributo complexidade, que no caso representam o seu nível mais baixo e mais alto. Os totais apresentados no Quadro 8 são os pontos de início e fim da classificação do atributo complexidade em uma escala, respectivamente, 10 pontos e 250 pontos.

Variável	Pontuação mínima de impacto	Pontuação mínima de importância	Cálculo da pontuação	Total da pontuação	Pontuação máxima de impacto	Pontuação mínima de importância	Cálculo da pontuação	Total da pontuação
1	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
2	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
3	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
4	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
5	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
6	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
7	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
8	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
9	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
10	1 ponto	1 ponto	1 x 1	1 ponto	5 pontos	5 pontos	5 x 5	25 pontos
Total	-	-	-	10 pontos	-	-	-	250 pontos

Quadro 8 - Pontuações mínimas e máximas do atributo complexidade estabelecidas com seus respectivos “pesos” na proposta.

Fonte: Elaboração dos autores.

No intuito de estabelecer um ponto intermediário, em ambas as escalas são adotadas - a mediana dos pontos estabelecidos como extremos de cada um dos atributos. A mediana é o valor que está no centro da distribuição, ou seja, é um valor abaixo (e acima) do qual recai sobre a metade dos valores da distribuição, sendo, portanto, uma medida adequada de tendência central para os dados (HAIR, Jr., 2005, p. 270). A adoção da mediana para esse ponto central da pontuação é justificada pelo fato dos

valores apresentarem baixa dispersão, seguindo um comportamento estável de valores atribuídos pelos respondentes, justificativa essa também adotada para as próprias pontuações. A partir dessa consideração, o ponto mediano (intermediário) da pontuação da escala dos atributos são ‘130’ pontos. Assim, decorrente dessas pontuações para os atributos, se estabelece os intervalos para a escala de mensuração da complexidade dos projetos, conforme pode ser verificado na Figura 10.

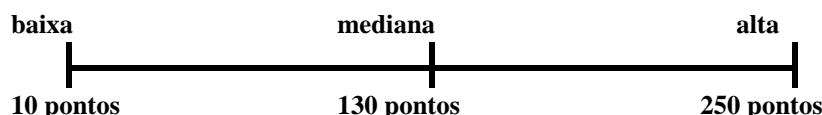


Figura 10 - Proposta de escala de classificação da complexidade de projetos desenvolvida.

Fonte: Elaboração dos autores.

É necessário ressaltar que essas pontuações são apenas os referenciais de extremos e meio,

construídos a partir das percepções dos respondentes do modelo, são estabelecidos “n” valores inteiros

nesse intervalo, pois podem ser atribuídas diferentes pontuações nos níveis de impacto e importância, tendo diversas combinações, o que acarretará diferentes pontuações no nível complexidade.

Essa classificação apresentada na Figura 10 é originada do novo instrumento de coleta de dados compilado em decorrência das variáveis que apresentam maior aderência ao atributo complexidade, que são analisados nos projetos. Ressalta-se que na construção do instrumento foram desenvolvidos e inseridos níveis de classificação, que relaciona a variável ao atributo e forma de desdobramento para mensuração.

6 CONCLUSÕES

O entendimento da ideia de complexidade, no contexto em que se inserem os projetos, é importante, e para isso, neste trabalho foi possível analisar como o atributo pode influenciar os projetos, os quais estão inseridos em contextos dinâmicos. Assim, as organizações necessitam adotar ações que possam reduzir o impacto desse atributo dos projetos, o que possibilitará um aumento de seus desempenhos. Apesar dos projetos possuírem inúmeras variáveis em seus contextos, o trabalho conseguiu por meio das técnicas de análise multivariadas – Escalonamento Multidimensional e Análise de *Clusters* – identificar aquelas que são mais relevantes e possuem maior aderência para o atributo complexidade.

A Escala de Mensuração desenvolvida para classificação do atributo complexidade em projetos pode ser utilizada por organizações de diversos setores e portes. Apenas tendo como pré-requisito que o responsável pelo projeto, na grande maioria dos casos o gerente de projetos, tenha conhecimento das informações que são ponderadas pela escala para obtenção da pontuação que classifica o projeto na escala proposta.

A proposta de Escala de Mensuração para classificação do atributo complexidade em projetos poderá ser utilizada de forma rápida para qualquer projeto. Para tal o usuário, o gerente de projetos, irá responder ao questionário que compõe a escala, calcular a pontuação de cada um dos atributos, e plotar no plano bidimensional, a pontuação, que têm o papel de coordenada de localização do projeto na escala proposta.

Portanto, neste cenário se insere a proposta de Escala de Mensuração para classificação do projeto em grau de complexidade, que vem acrescentar as abordagens tradicionais de gestão de projetos, um novo paradigma de quantificação deste atributo e suas respectivas variáveis, proporcionando assim um instrumento de apoio ao processo de tomada de decisões do projeto.

REFERÊNCIAS

- Baccarini, D. (1996). *The concept of project complexity: a review. International Journal of Project Management*, 14(4), 201-204.
- Barcaui, A. B. (2006). Gerência de projetos: arte ou disciplina? *Revista Mundo PM*, 09(2), 30-33. Retrieved January 29, 2010, from <http://www.mundopm.com.br/>
- Bar-Yam, Y. (2003). *Dynamics of complex systems: studies in nonlinearity*. 1rd ed.. Boulder, Colorado, Westview Press.
- Carvalho, F. (2003). Priorização da carteira de projetos com uso do planejamento estratégico. In: VI Seminários em Administração (SEMEAD), 25 e 26 de março de 2003, Anais... São Paulo.
- Fiedler-Ferrara, N. (1998). Ciência, ética e solidariedade, In: Carvalho, E. A., Almeida, M. C., Coelho, N. N., Fiedler-Ferrara, N., & Morin, E. (1998). *Ética, solidariedade e complexidade*. São Paulo, Palas Athena.
- Hair, Jr, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tathan, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. 6. ed., Porto Alegre, Bookman.
- Hair, Jr, J. F., Babin, B. J., Money, A. H., & Samouel, P. (2005). *Fundamentos de métodos de pesquisa em administração*. Porto Alegre, Bookman.
- Hertogh, M., & Westerveld, E. (2010). *Playing with complexity: management and organization of large infrastructure projects*. Rotterdam, Holand: Erasmus Universiteit Rottersdam.
- Kerzner, H. (2011). *Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle*. 10. ed., São Paulo, Blucher.
- Kujala, K., Artto, K., & Parhankasngas, A. (2007). *Towards theory of project business*. 19th ed. Nordic Academy of Management Conference, Bergen, Noruega, August.
- Little, T. (2005). *Context-adaptive agility: managing complexity and uncertainty. Software IEEE*, 22(3), 28-35.
- Malhotra, N. (2012). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. 6. ed., Porto Alegre, Bookman.

- Maximiano, A. C. A. (2008). *Administração de Projetos: como transformar ideias em resultados*. 3. ed. São Paulo, Atlas.
- Nicholas, J. M. (1990). *Managing business and engineering projects: concepts and implementation*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- Perminova, O., Gustafsson, M., & Wikström, K. (2008). Defining uncertainty in projects: a new perspective. *International Journal of Project Management*, 26(1), 73-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.08.005>
- PMI. Project Management Institute (ed.) (2013). *A guide to the project management body of knowledge – PMBok*. 5th. Ed., Newtown Square, Pennsylvania, PMI Publishing Division.
- Pinto, J. S., Novaski, O., Anholon, R., & Besteiro, É. N. C. (2014). Variáveis dos atributos Complexidade e Incerteza em Projetos: um estudo exploratório. *In: X Congresso Nacional de Excelência em Gestão (CNEG)*, 8 e 9 de agosto de 2014, Anais... Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense.
- Sbragia, R., Rodrigues, I., Piscopo, M. R., & Vanali, N. (2009). Gerenciamento de projetos: avanços e tendências na pesquisa acadêmica, *Mundo Project Management*, 27(v), 52-58.
- Shenhar, A. J., & Wideman, R. M. (2000). Optimizing project success by matching PM style with project type, *Project Management Forum*. Retrieved October 24, 2011, from http://www.pmforum.org/library/papers/2000/PM_Style&Scss.pdf
- Shenhar, A. J., Levy, O., & Dvir, D. (1997). *Mapping the dimensions of project success*. *Project Management Journal*, 28(2), 5-13.
- Shenhar, A. J., & Dvir, D. (2010). Reinventando gerenciamento de projetos: a abordagem diamante ao crescimento e inovação bem-sucedidos, São Paulo, M.Books do Brasil.
- Sinha, S., Thomson, A. I., & Kumar, B. (2001). *A complexity index for the design process*. *International Conference on Engineering Design, ICED'01*, v. 1, Glasgow, Professional Engineering Publishing, Bury St. Edmunds, 157-163.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., & Betts, A. (2008). Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico. Porto Alegre: Bookman.
- Toledo, J. C., Silva, S. L., Mendes, G. H. S., & Jugend, D. (2008). Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte. *Gestão e Produção, São Carlos*, 15(1), 117-134. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2008000100011>
- Vidal, L.-A., Marle, F., & Bocquet, J.-C. (2011). *Measuring project complexity using the analytic hierarchy process*. *International Journal of Project Management*, 9(6), 718-727. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.07.005>
- Whitty, S. J., & Maylor, H. (2009). *An then came complex project management*. *International Journal of Project Management*, 27, 304-310. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.004>