

# **ESTUDO DE CASO SOBRE O CÁLCULO DO VALOR AGREGADO COM USO DO AVANÇO FÍSICO PLANEJADO DE PROJETOS**

**Isaias Gentil Filho**  
**igentilfilho@gmail.com**  
**PETROBRAS**

**Daniel Araujo Giffoni**  
**dgiffoni@petrobras.com.br**  
**PETROBRAS**

**Resumo:** A área de conhecimento de custos é um dos pilares do gerenciamento de projetos, sendo seu processo de controle fundamental para o sucesso de um empreendimento, tendo a metodologia de Gerenciamento de Valor Agregado (GVA) como uma das técnicas mais importantes para gestão de custo dos projetos. O Valor Agregado (VA) é o principal indicador e variável da técnica GVA, que visa viabilizar a compreensão integrada da correlação entre custo e avanço físico dos projetos, sendo objetivo deste artigo a investigação de como calcular o VA, contemplando o avanço físico planejado (AFP) como uma das variáveis do cálculo. A metodologia da pesquisa foi o estudo de caso único de uma empresa de petróleo do Brasil, especificamente sobre o cálculo do VA de um projeto básico de uma plataforma de petróleo no Brasil controlado em 2018 e 2019, que tinha como escopo a entrega de documentações técnicas de engenharia. Os dados coletados foram obtidos por meio do SAP da empresa, sendo ajustados por questão de confidencialidade empresarial. Neste trabalho ficou evidenciada a necessidade da alternativa para o cálculo do VA e tomada de decisões dos gerentes dos projetos.

**Palavras Chave:** Valor Agregado - Avanço Físico - Custo - Projeto -

## 1. INTRODUÇÃO

O Gerenciamento de Valor Agregado (GVA) é uma metodologia de controle de projetos originada no Departamento de Defesa dos EUA (Colin; Martens Vanhoucke ; Wauters, 2015). O Departamento de Defesa dos EUA divulga em 1967 sua primeira lista oficial de “Critérios de sistemas de controle de custos / cronogramas” estabelecendo o início formal da análise de valor agregado, que segundo o referido Departamento representava a melhor chance de a gerência medir o progresso de um projeto de maneira integrada. De acordo com Cleland; Ireland (2007) o GVA foi difundido no Brasil a partir do século XXI.

Cioffi (2006) observa que a análise do valor agregado deu início a uma mudança de paradigma no gerenciamento de projetos implicando na não aceitação de exibições separadas de orçamento ou cronograma. O autor enfatizou que o progresso real de qualquer projeto não mudou, entretanto, as técnicas de medição foram alteradas devido a esta nova perspectiva.

O Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (*Guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBOK®*) desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI, 2017) que apresenta as melhores práticas abordadas em gerenciamento de projetos, orienta que o Valor agregado (VA) é a principal variável dos indicadores que compõem a técnica do GVA e propicia aos gerentes de projetos informações para tomada de decisão visando o cumprimento dos custos e prazos planejados.

A literatura apresenta de modo geral que o VA deve ser calculado por meio da razão entre o Custo Planejado (CP) e Avanço Físico realizado (AF<sub>R</sub>), remetendo ao objetivo deste artigo que é investigar se este cálculo pode ser realizado para qualquer tipo de controle de projetos, tendo uma empresa de petróleo do Brasil como a organização escolhida para o estudo de caso.

A pesquisa se justifica por trazer um ponto pouco discutido na literatura de gerenciamento de projetos, sendo relevante por apresentar alternativa cientificamente comprovada para o cálculo do VA com uso do Avanço Físico Planejado (AF<sub>P</sub>).

Este artigo está estruturado em cinco itens principais em sequência: Introdução; Fundamentação Teórica; Procedimentos Metodológicos; Resultados e Discussões e considerações finais com a Conclusões do artigo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. GERENCIAMENTO DO VALOR AGREGADO

Cioffi (2006) indica que o Gerenciamento do Valor Agregado (GVA) é uma metodologia de gerenciamento de projetos amplamente usada para controle de projetos, integrando três elementos críticos para controle: escopo, tempo e custos sob a mesma estrutura, “usando o custo como a troca comum”.

Mendes, Valle ; Fabra (2014) entendem que o GVA é uma técnica comparativa da performance do projeto com o que foi planejado.

Colin et al. (2015) explicam que o GVA registra o progresso de atividades individuais a um nível mais alto da estrutura de divisão de trabalho (Estrutura Analítica do Projeto – EAP,

do inglês *Work Breakdown Structure* -WBS) e fornece ao gerente do projeto uma indicação da saúde geral do projeto.

Mishakovaa, Vakhrushkinaa, Murgula e Sazonova (2016) deduzem que o uso do método GVA pode propiciar a avaliação com precisão do projeto na data da sua implementação comparada com o plano inicial.

O PMI (2017) considera o GVA como o método empregado para controle de custos de projetos com a verificação de variações e tendências de um projeto, composto por uma cesta de indicadores.

O GVA direciona o uso do custo do trabalho planejado acumulado (CP), tendo como premissa que acumular custos diretos consistentes com a forma como o trabalho relacionado foi planejado e orçado facilita a comparação entre o custo do trabalho realizado (CR) e o custo orçado do trabalho realizado (VA) para análise de desempenho e variações dos projetos. (ANSI, 2018).

O GVA se mostra como uma técnica necessária para o controle de custos de um projeto, levando-se em conta que essencial para um projeto bem-sucedido que o custo em qualquer data limite não excede o custo estimado para essa data, levando-se em consideração a entrega no prazo e dentro do orçamento ao cliente. (Zohoori et al., 2019).

## **2.2. CONCEITO DO VALOR AGREGADO EM PROJETOS**

Vários autores conceituam o VA como o custo orçado do trabalho realizado, do inglês *Budgeted Cost Of Work Performed* – BCWP, entre eles: Cioffi (2006); ST-Martin ; Fannon (2010); Barcaui (2012); Meredith ; Mantel (2013); Garza ; Hernández 2014); PMI (2017); ANSI (2018) e Vargas (2018).

Segundo Pressman (2001), o VA é uma medida de progresso e cada tarefa recebe um VA com base em sua porcentagem estimada do total, conceito ratificado por Zohoori et al. (2019), que explicaram que o VA é o valor orçado para a execução do trabalho realizado em um determinado momento. Garza ; Hernández (2017) observam o VA como o valor de retorno ou o andamento do projeto, que deve estar próximo do custo planejado (CP) do projeto.

O VA em projetos é a medida do trabalho executado expressa em termos do orçamento autorizado para tal trabalho (PMI, 2017).

## **2.3. OBJETIVO DO VALOR AGREGADO EM PROJETOS**

O VA objetiva indicar o quanto o avanço físico realizado custou para o projeto, considerando-se o custo orçado, ou seja, se o projeto está gastando dentro do previsto para ser concretizado. Pode-se considerar que o VA é um indicador que sozinho expressa o quanto o avanço físico custou para o projeto, fornecendo ao gerente uma indicação da saúde geral do projeto (Colin ; Vanhoucke, 2015).

O VA oferta uma imagem mais completa das razões e consequências do excesso de gastos, custos insuficientes e problemas como entrega antecipada e tardia. (Bryde, Unterhitzberger ; Joby, 2017)

Vale destacar que o resultado do VA pode ser usado também como variável de outros indicadores da técnica GVA, cujo propósito é aferir o desempenho do projeto em relação ao que foi efetivamente gasto para entrega obtida (Fleming ; Koppelman, 1999).

## 2.4. CÁLCULO DO VALOR AGREGADO

Acebes et al. (2014) avaliam a necessidade da medição do custo das tarefas que foram concluídas em qualquer instante intermediário do projeto, que é um requisito para a determinação do Valor Agregado (VA). De acordo com Vargas (2018), não há um método de medição do VA que possa atender todos os tipos de trabalho.

Fleming ; Koppelman (1999), Mendes et. al (2014) e Vargas (2018), prescrevem algumas técnicas de medição do VA:

- a) Fórmula Fixa: divisão do projeto em duas partes, tendo como base as proporções entre as partes 25/75, 50/50, 75/25 ou 0/100, que são percentuais de conclusão do início e fim de uma tarefa, o valor agregado será encontrado multiplicando o percentual da entrega pelo custo total planejado.
- b) Marcos com Valores Ponderados: atribuição de percentual (entre 0 e 100%) para cada marco realizado. A soma dos custos calculados dos marcos atingidos será o valor agregado.
- c) Percentual Completo: atribuição de percentual completo de avanço de grandes entregas do projeto (entre 0 e 100%) a cada ciclo de controle.
- d) Unidades Equivalente: atribuição de percentual completo da tarefa nas medições realizadas de elementos individuais básicos do projeto.

Para Vargas (2018), os modelos mais utilizados são o de percentual completo devido à facilidade de adoção (apesar da subjetividade) e, o modelo de unidades equivalentes, empregado em projetos que envolvem atividades repetitivas contabilizadas através de seu custo unitário.

### 2.4.1. Variáveis para o Cálculo do Valor Agregado

Apesar de o VA ser um indicador de custo de projeto, a principal variável utilizada no seu cálculo é o indicador de controle de escopo e tempo de um projeto: o percentual de avanço físico. Meredith ; Mantel (2103) avisam que não é sensato fazer uma estimativa completa de percentual sem estudo cuidadoso e que existem várias condições para estimar o percentual de avanço físico, como por exemplo o conhecimento de todos os requisitos do processo; conhecimento dos projetistas de como metrificicar os processos; adequação à necessidade do cliente, entre outras.

O apêndice deste artigo apresenta citações de autores pesquisados sobre as variáveis utilizadas para o cálculo do VA, onde pode-se observar que todas as indicações acadêmicas envolvem direta ou indiretamente a relação entre as variáveis Custo Planejado (CP) e Avanço Físico Realizado (AF<sub>R</sub>) para o cálculo do VA, podendo-se inferir a fórmula básica:

$$\text{VA} = \text{Custo Planejado para a atividade (CP)} \times \text{Percentual de trabalho concluído da atividade (AF}_R\text{)}$$

Outro ponto importante é que as recomendações acadêmicas direcionam para o cálculo do VA para tarefas, atividades ou entregas do projeto e não para um projeto gerenciado como um todo.

Vargas (2018) alerta para a necessidade de escolher corretamente como medir o VA do projeto pois, a complexidade no gerenciamento de dados e sua dificuldade de adoção podem acabar inviabilizando o acompanhamento do projeto.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo é alicerçado pelo estudo de caso único, por buscar o “como” o VA pode ser calculado, sendo empírica com intuito de investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, observando-se que as “fronteiras entre fenômeno e contexto não são claramente evidentes”. (Yin, 2005).

A base de dados será de um projeto de entregas de documentação técnica de engenharia realizado em uma empresa de petróleo situada no Rio de Janeiro, denominado neste artigo como Projeto A. O escritório de projetos desta empresa, realizou o controle de custos deste projeto com base no GVA para acompanhamento do desempenho físico e financeiro do projeto como um todo.

As etapas descritas na figura 01 descrevem a metodologia adotada neste artigo.

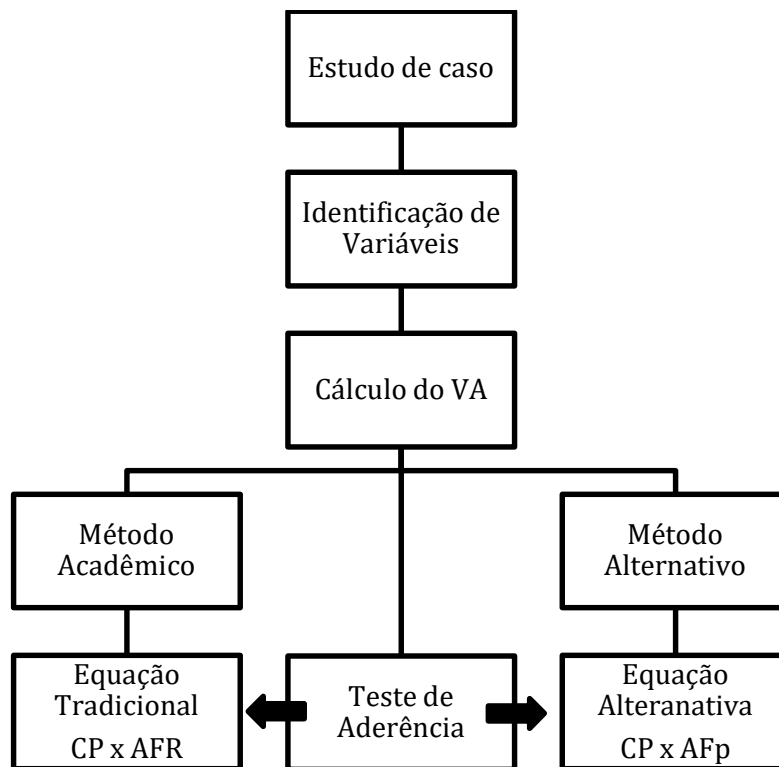


Figura 01 – Etapas para o cálculo do VA  
Fonte: desenvolvido pelos autores (2020)

O diagrama descrito na Figura 01 demonstra os itens que serão abordados na análise nos resultados e discussões deste artigo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. ESTUDO DE CASO: CÁLCULO DO VA DO PROJETO A

De uma maneira geral, todos os projetos da companhia de energia pesquisada são gerenciados seguindo a metodologia de Percentual Completo com controle integrado do PMO, tendo em vista a complexidade e tamanho dos projetos gerenciados nesta empresa.

### 4.2. IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA O CÁLCULO DO VA

O projeto A pesquisado foi controlado conforme Tabela 01. Por questão de confidencialidade empresarial, os custos do projeto estudado foram minimizados em casas decimais do montante real e não são informadas as unidades monetárias utilizadas.

Período	Custo Acumulado		Avanço Físico Acumulado	
	Planejado (CP)	Realizado (CR)	Planejado (AF <sub>P</sub> )	Realizado (AF <sub>R</sub> )
mar/19	\$1.000	\$900	0%	0%
abr/19	\$2.500	\$1.850	0%	0%
mai/19	\$5.000	\$3.350	0%	1%
jun/19	\$7.000	\$4.350	2%	4%
jul/19	\$10.500	\$6.850	3%	6%
ago/19	\$13.500	\$10.350	8%	12%
set/19	\$16.000		16%	
out/19	\$20.500		31%	
nov/19	\$21.700		47%	
dez/19	\$26.500		81%	
jan/20	\$28.500		96%	
fev/20	\$30.000		100%	

Tabela 01 – Dados de planejamento e realização de avanço físico-financeiro do projeto  
Fonte: Empresa de Energia (dados extraídos do sistema SAP em 2019)

A pesquisa foi realizada no setembro/2019. Observa-se que o início foi utilizado para os trabalhos de iniciação, com custos sem influência no avanço físico do projeto. As variáveis do projeto para cálculo do VA com a medição sendo realizada em agosto de 2019 são as seguintes:

- Custo Total Planejado (CP) = \$ 30.000
- Custo Realizado Acumulado (CR) = \$ 10.350
- Avanço Físico Planejado (AF<sub>P</sub>) = 8%
- Avanço Físico Realizado (AF<sub>R</sub>) = 12%

Somente com estas variáveis é possível avaliar que o projeto A está gastando menos e adiantado na sua realização física.

### 4.3. CÁLCULO DO VA

O VA do projeto A será calculado de duas formas: pelo método tradicional, denominado Método Acadêmico e pelo Método Alternativo proposto:

### 4.3.1. Método Acadêmico

VA calculado com a utilização da equação tradicional do produto do custo total planejado do projeto pelo avanço físico realizado acumulado ( $VA = CP \times AFR$ ).

Variáveis:

- $CP = \$ 30.000$
- $AFR = 12\%$

$$VA = CP \times AFR$$

$$VA = \$ 30.000 \times 12\% , \text{ logo } VA = \$ 3.600$$

### 4.3.2. Método Alternativo

Para o cálculo do VA, será desenvolvida uma equação com as variáveis de planejamento  $AF_P$  e CP, doravante denominada Equação Alternativa do Valor Agregado (EQVA), para o qual serão necessários três passos: definição dos tipos de variáveis e pares ordenados (x,y); análise da tendência da relação entre as variáveis  $AF_P$  (x) e CP (y) e desenvolvimento da EQVA.

#### a) Definição dos tipos de variáveis e pares ordenados

O CP (y) será uma função do  $AF_P$  (x)  $\rightarrow CP = f(AF_P)$ , possibilitando encontrar o VA (y) em qualquer ponto da curva.

<b>AF<sub>P</sub></b> <b>x</b>	<b>CP</b> <b>y</b>	<b>Pares Ordenados</b> <b>(x,y)</b>
0%	\$1.000	(0,00, 1.000 )
0%	\$2.500	(0,00, 2.500)
0%	\$5.000	(0,00, 5.000)
2%	\$7.000	(0,02, 7.000)
3%	\$10.500	(0,03, 10.500)
8%	\$13.500	(0,08, 13.500)
16%	\$16.000	(0,16, 16.000)
31%	\$20.500	(0,31, 20.500)
47%	\$21.700	(0,47, 21.700)
81%	\$26.500	(0,81, 26.500)
96%	\$28.500	(0,96, 28.500)
100%	\$30.000	(1,00, 30.000)

Tabela 02 – Pares Ordenados  
Fonte: Desenvolvido pelos autores

#### b) Análise de tendência da relação entre as variáveis

Projeção do VA (y) em um gráfico no MS Excel do tipo “X Y (Dispersão)” com a opção de linha de tendência de regressão polinomial.

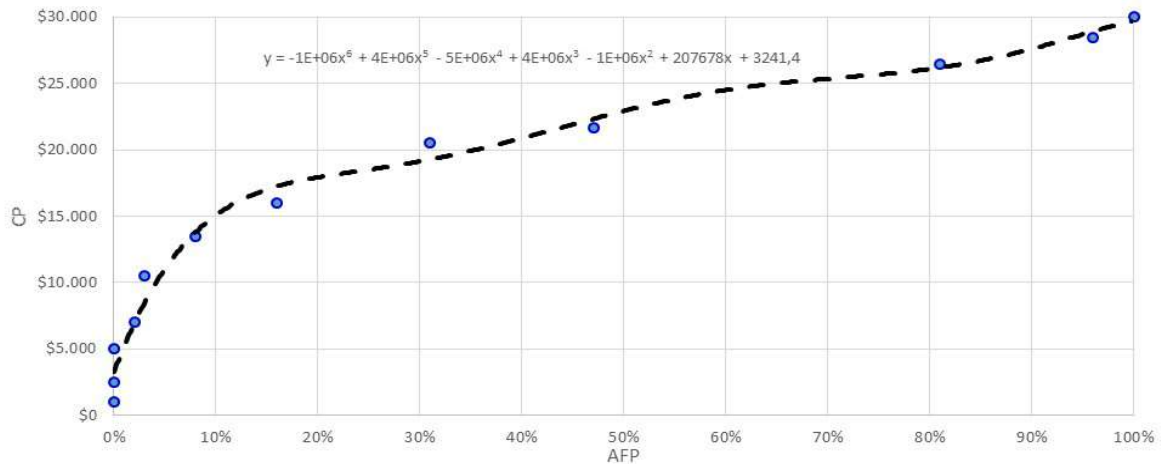


Figura 02 – Gráfico com relacionamento AFP (x) e CP (y).

Fonte: desenvolvido pelos autores (2019)

Observa-se que a relação entre  $AF_P(x)$  e  $CP(y)$  não é linear, sendo necessário portanto, o desenvolvimento de uma equação para relacionar as duas variáveis.

### c) Desenvolvimento da equação com as variáveis

A equação polinomial dos pontos  $AF_P(x)$  e  $CP(y)$  obtida no gráfico de tendência do MS Excel, foi a seguinte:  $y = -1E+06x^6 + 4E+06x^5 + -5e+06x^4 + -1e+06x^2 + 207678x + 3241,4$

O VA encontrado com esta equação foi **\$19.735**, que não se mostrou fiel à curva estabelecida, uma vez que é possível identificar na Figura 02 que para um avanço físico de 12%, o VA, está situado próximo a \$ 15.000. A Microsoft® alerta que a equação gerada para uma linha de tendência em um gráfico de dispersão algumas vezes pode estar inconsistente (Suporte Microsoft, 2018).

Com uso de um *software* específico para ajuste não linear de funções analíticas, a EQVA do projeto será a seguinte:

$$y = 5.038 + 152.348*(x) + -766.025*(x)^2 + 2.15106e+006*(x)^3 + -3.16746e+006*(x)^4 + 2.31416e+006*(x)^5 + -659438*(x)^6$$

Utilizando-se esta EQVA deduzida, quando o  $AF_R(x)$  equivale a 12% o CP (y), ou seja, o VA (custo planejado do trabalho realizado) encontrado é **\$ 15.405**.

## 4.4. TESTE DE ADERÊNCIA

Para testes da aderência dos resultados do VA dos métodos empregados, será realizada análise crítica da situação do projeto A com utilização dos indicadores da técnica GVA: Variação de Custos (VC), do inglês *Cost Variance* (VC) e Variação de Prazo (VPR), em inglês *Schedule Variance* – (VC) que são métricas básicas fundamentais do GVA (Cleland e Ireland, 2007) detalhados no Quadro 1.



INDICADOR	FÓRMULA	ANÁLISE
Varição de custo (VC) <i>Cost Variance (CV)</i>	Diferença entre o Valor Agregado ao projeto (VA) e o Custo Real (CR) $VC = VA - CR$	VC > 0 → Custo abaixo do orçamento VC = 0 → Custo dentro do orçamento VC < 0 → Custo acima do orçamento
Varição de Prazo (VPR) <i>Schedule Variance (SV)</i>	Diferença entre o Valor Agregado ao projeto (VA) e o Custo Planejado (CP) $VPR = VA - CP$	VPR > 0 → Projeto adiantado VPR = 0 → Projeto no prazo VPR < 0 → Projeto atrasado

Quadro 1 – Definição de indicadores da técnica GVA.  
Fonte: adaptado de Cleland ; Ireland (2007) e PMI (2017)

A Tabela 03 consolida os resultados do projeto A no período de agosto/19 e demonstra a avaliação dos indicadores da técnica GVA.

Consolidação dos Dados	Variáveis Fixas: CP = \$ 13.500 e CR = \$ 10.350		
<b>Método 1</b> (CP x AFR)	<b>VA Calculado</b>	\$ 3.600	<b>Avaliação GVA</b>
	<b>Varição de custo</b> (VC= VA – CR)	\$3.600 - \$10.350 = - \$6.750	VC < 0 indica realização acima do orçamento.
	<b>Varição de prazo</b> (VPR = VA - CP)	\$3.600 - \$13.500 = - \$9.900	VPR < 0 aponta que o projeto estaria atrasado.
<b>Método 2</b> (EQVA)	<b>VA Calculado</b>	\$ 15.405	<b>Avaliação GVA</b>
	<b>Varição de custo</b> (VC= VA – CR)	\$15.405 - \$10.350 = \$5.055	VC > 0 indica realização abaixo do orçamento.
	<b>Varição de prazo</b> (VPR = VA - CP)	\$15.405 - \$13.500 = \$1.905	VPR > 0 indica que o projeto estaria adiantado.

Tabela 03 – Teste de Aderência com uso da técnica GVA  
Fonte: desenvolvido pelos autores (2020)

De acordo com os resultados do GVA, o Método 2 (EQVA) apresenta aderência à curva e à situação do projeto, ao contrário do Método 1 (CP x AFR) tradicional, que trouxe informações diferentes da realidade do projeto, levando-se em conta que o projeto A está gastando menos e adiantado na sua realização física, tendo o VA próximo a \$ 15.000.

Tais resultados confirmaram a necessidade da EQVA para o controle de custos do Projeto A, sendo imprescindível a utilização da variável AFR para o desenvolvimento desta equação.

## 5. CONCLUSÕES

O VA é tão fundamental para análise de custo dos projetos que dá o nome à técnica GVA que envolve outros indicadores de custos e prazos de projetos, dessa forma deve ser calculado para obtenção de resultados com a maior precisão possível.

De acordo com as publicações acadêmicas pesquisadas, a princípio deveria ser simples calcular o VA de um projeto, bastando realizar o planejamento financeiro com base nos mesmos pacotes utilizados para a medição do avanço físico realizado, portanto para calcular o VA por meio do produto entre o CP e  $AF_R$ , faz-se necessário que o orçamento e controle do  $AF_R$  seja realizado no mínimo para cada pacote de trabalho da estrutura analítica do projeto (EAP).

Algumas situações prejudicam a realização do cálculo do VA desta forma: impossibilidade ou dificuldade de rateio de custos indiretos nos pacotes de trabalho ou atividades do projeto até o último nível da EAP; certas vezes não é possível ou necessário orçar o custo ou avanço físico de cada elemento de trabalho; custos imputados em atividades que não geram avanço físico (por exemplo, pode-se considerar custos de mobilização ou de construção de um canteiro de obras, como elementos em que há dispêndio, todavia, geram valor indireto para o projeto, não sendo incorporados ao produto final); dificuldade de controle detalhado de custo e/ou avanço físico, principalmente em grandes projetos.

O ponto central encontrado nesta pesquisa, é que as orientações acadêmicas sobre o cálculo do VA não levam em consideração o  $AF_P$  e conseqüentemente sua relação com o Custo Planejado (CP), o que se configura um problema para projetos controlados de forma global e utilizam o método tradicional, uma vez que, quando não houver linearidade na relação entre as variáveis descritas, serão gerados resultados inconsistentes do VA do projeto.

Com isso pode-se concluir que a metodologia tradicional (CP x  $AF_R$ ) não deve ser usada para cálculo do VA de projetos quando a relação entre as duas variáveis (custo planejado e avanço físico previsto) não é linear, enquanto a EQVA deduzida da relação (CP,  $AF_P$ ) pode ser utilizada em quaisquer situações. Por conseguinte, se confirma a necessidade do cálculo analítico e aprofundado do VA com a definição de uma EQVA relacionando CP e  $AF_P$  para o GVA, com o intuito de aumentar a confiabilidade da projeção de custos e conseqüentemente da gestão física e financeira dos projetos.

Um ponto de atenção para o método alternativo proposto é que eventual mudança da sequência lógica otimizada predefinida para o planejamento do avanço físico e financeiro no início de projeto poderá prejudicar os resultados da EQVA, cabendo a equipe responsável pelo controle de custos do projeto revisar a equação deduzida, a fim de permitir a aderência do resultado obtido do VA calculado ao replanejamento do projeto.

Espera-se que este artigo possa contribuir para pesquisas mais avançadas sobre este importante tema para a comunidade de gerenciamento de projetos, com a realização de novos testes, tendo como parâmetro a metodologia utilizada para o gerenciamento de custos dos projetos.

## REFERÊNCIAS

ACEBES Fernando, PAJARES Javier, GALÁN José Manuel, ; PAREDES Adolfo López (2014). *A new approach for project control under uncertainty. Going back to the basics. International Journal of Project Management*, 32, 423-434. Recuperado em 25 de agosto de 2019 de <<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.08.003>>

ANSI, *The American National Standards Institute*. (2018). *Earned Value Management Systems (EVMS)*. Recuperado em 15 de novembro de 2019 de <<http://acqnotes.com/wp-content/uploads/2014/09/DoD-Earned-Value-Management-Interpretation-Guide-Jan-2018.pdf>>

BARCAUI, André B.(2012) **PMO - Escritórios de Projetos, Programas e Portfólio na prática**. Rio de Janeiro: Brasport.

BRYDE David; UNTERHITZENBERGER, Christine; ; JOBY, Roger (2018). *Conditions of success for earned value analysis in projects. International Journal of Project Management. **International Journal of Project Management**, 36, 474-484.* Recuperado em 10 de setembro de 2019 de <<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.12.002>>

CIOFFI, Denis F. (2006). *Designing project management: A scientific notation and an improved formalism for earned value calculations. **International Journal of Project Management**, 24, 136-144* Recuperado em 05 de dezembro de 2019 de <[/10.1016/j.ijproman.2005.07.003](https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.07.003) >

CLELAND, David I.; ; IRLAND Lewis R. (2007). **Gerenciamento de Projetos**, Rio de Janeiro: LTC Editora.

COLIN, Jeroen; ; VANHOUCKE Mario. (2015). *A comparison of the performance of various project control methods using earned value management systems. **Expert Systems with Applications Journal**, 42, 3159-3175.* Recuperado em 08 de outubro de 2019 de <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.12.007>>

COLIN, Jeroen; MARTENS, Annelies; VANHOUCKE, Mario; ; WAUTERS Mathieu. *A multi-variate approach for top-down project control using earned value management. **Decision Support Systems Journal**, 79, 65-76.* Recuperado em 15 de dezembro de 2018 de <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2015.08.002>>

FLEMING, Quentin W.; ; KOPPELMAN, Joel M. (2000). *Earned value - Project Management*. (2a ed). Pennsylvania: PMI.

GARZA, Gerardo Espinosa, ; HERNÁNDEZ, Imelda Loera. (2017). *Proposed model to improve the forecast of the planned value in the estimation of the final cost of the construction projects. **Procedia Manufacturing Journal**, 13, 1011-1018.* Recuperado em 17 de setembro de 2019 de <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.103>>.

GASPAROTTI Carmen; RAILEANU Alina; RUSU Eugen. (2017). *The Earned Value Management - A Measurement Technique of the Performance of the Costs and Labor in the Project. **University Danubius Journal**.* Recuperado em 30 de julho de 2019 de <<http://journals.univ-danubius.ro/index.php/oeconomica/article/view/4029/3995>>.

GREY, David E. (2012). **Pesquisa no Mundo Real**. Porto Alegre: Penso.

KERKHOVE, L.P. ; VANHOUCKE M. *Extensions of earned value management: using the earned incentive metric to improve signal quality. **International Journal of Project Management**, 35, 148-168.* Recuperado em 19 de dezembro de 2019 de <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman>>

MENDES, João Ricardo Barroca; VALLE, André Bittencourt do; FABRA, Marcantonio. (2014). **Gerenciamento de projetos**. (2a ed). Rio de Janeiro: Editora FGV.

MEREDITH Jack R.; ; MANTEL Samuel. (2103). **Administração de Projetos: uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: Editora LTC.

MISHAKOVA, Anastasiia; VAKHRUSHKINA, Anna; MURGULA, Vera; ; SAZONOVA, Tatiana. (2016). *Project control based on a mutual application of pert and earned value management methods*. **Procedia Engineering Journal**, **165**, 1812-1817. Recuperado em 15 de novembro de 2018 de <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.927>>.

MOURA, Henrique. (2013). **PMP sem SEGREDOS**. São Paulo: ELSEVIER.

PRESSMAN, Roger S. (2001). **Software engineering: a practitioner's approach**. Recuperado em 04 de novembro de 2018 de <<http://www.qiau.ac.ir/teacher/files/911610/13-11-1387-17-31-03.pdf>>

PMI, Project Management Institute. (2017). **Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Guia PMBOK®**. (6a ed.). EUA: *Project Mangement Institute*.

ST-MARTIN, Remi; ; FANNON, David. (2010). **Gerenciamento do Valor Agregado do Trabalho em Progresso**. Recuperado em 22 de dezembro de 2018 de <[https://brasil.pmi.org/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/\\_/media/46DEF34C7B5346EE992DC015433E5402.ashx](https://brasil.pmi.org/brazil/KnowledgeCenter/Articles/~/_/media/46DEF34C7B5346EE992DC015433E5402.ashx)>.

SUPORTE MICROSOFT. (2018). **Fórmula de linha de tendência de gráfico é imprecisa no Excel**. Recuperado em 12 de janeiro de 2019 de <<https://support.microsoft.com/pt-br/help/211967/chart-trendline-formula-is-inaccurate-in-excel>>.

SUPORTE MICROSOFT (2016). **Análise de valor agregado, para nós**. Recuperado em 19 fevereiro de 2019 de <[https://support.office.com/pt-br/article/an%C3%A1lise-de-valor-agregado-para-n%C3%B3s-6a49f56d-d7bc-44eb-8b56-2ff5526403cc#\\_toc321831422](https://support.office.com/pt-br/article/an%C3%A1lise-de-valor-agregado-para-n%C3%B3s-6a49f56d-d7bc-44eb-8b56-2ff5526403cc#_toc321831422)>

VARGAS, Ricardo (2018). **Análise de Valor Agregado (7a ed)**. Rio de Janeiro: Brasport.

YIN, Robert. K. (2005). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. (3a ed). Porto Alegre: Bookman. (Obra original publicada em 1984).

ZOHOORI, Bahareh; VERBRAECK, Alexander; BAGHERPOUR, Morteza; ; KHAKDAMAN. (2018). *Masoud Monitoring production time and cost performance by combining earned value analysis and adaptive fuzzy control*. **International Journal of Project Management**, **127** (821). Recuperado em 10 de agosto de 2019 de <<https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.019>>.

## APÊNDICE

R	AUTO	NO	CITAÇÕES SOBRE AS VARIÁVEIS PARA CÁLCULO DO VA
an	Pressm	001	O VA é uma medida de progresso sendo calculado com base na porcentagem estimada do total das tarefas ( $AF_R$ ).
	Barcaui	012	Exemplifica o cálculo do VA por meio de regra de três para um trabalho executado, tendo como base no total de serviços planejados, os custos planejados (CP) e os custos realizados dos trabalhos.

Meredith ; Mentel	013	Cada elemento de trabalho da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) deve ser avaliado de acordo com suas necessidades de recursos, sendo então estimado o custo de cada tipo de recurso. Assim sendo, para calcular o VA bastaria multiplicar o percentual de avanço físico dos elementos da EAP ( $AF_R$ ) ao valor orçado para estes elementos (CP).
Moura	013	O VA é calculado somando-se o custo orçado de entregas (CP) quando as mesmas foram completadas ( $AF_R$ ).
Acebes et al.	014	O custo planejado (CP) cumulativo das tarefas executadas possibilita encontrar o indicador do desenvolvimento do trabalho, no caso o VA.
Kerkhove ; Vanhoucke	016	O VA pode ser calculado multiplicando-se o percentual de trabalho concluído ( $AF_R$ ) pelo custo planejado (CP) para estas atividades.
Suporte Microsoft	016	No MS Project, o VA é calculado de acordo com o percentual de gasto do orçamento total de cada tarefa (CP).
PMI	017	Uma boa prática para cálculo do VA, a soma do custo planejado (CP) para cada porção de trabalho concluído ( $AF_R$ ).
Gasparotti, Raileanu, ; Rusu.	017	O VA pode ser calculado somando-se o valor orçado de cada atividade do projeto (CP) levando em consideração a porcentagem de conclusão de cada atividade ( $AF_R$ ).
Garza ; Hernández	017	O VA pode ser calculado pela equação: $(CP) \times \% \text{ do progresso até a data limite } (AF_R)$ .
ANSI	018	O VA é calculado por meio do somatório dos orçamentos para pacotes de trabalho concluídos (CP) e porções concluídas de pacotes de trabalho em andamento ( $AF_R$ ), podendo ser expresso como um valor para um período específico ou cumulativo até a data da medição do projeto.
Vargas	018	O somatório do produto dos percentuais de conclusão ( $AF_R$ ) pelo custo total planejado (CP) de cada grande entrega ensejará no VA do projeto