

ISSN 2595-6531

REVISTA

Boletim do Gerenciamento
REVISTA ELETRÔNICA



Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica



SUMÁRIO

1	CONCEITOS, CAUSAS, ANÁLISE DE ESTABILIDADE E RISCO COM POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA OBRAS DE CONTENÇÃO.	
	RASKOVISCH, Henryk	01
2	APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS NA CRIAÇÃO DE EMPRESA DE PROJETOS NO RAMO RESIDENCIAL	
	GUEDES, Vitor; MELLO, Isabeth	10
3	UMA ANÁLISE SOBRE A TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO E SUA IMPORTÂNCIA PARA A ÁREA DE TECNOLOGIA DE ORGANIZAÇÕES <i>FINTECHS</i>	
	ORRICO, Flavia; CUNHA, Pedro Henrique Braz	21
4	A COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSO HUMANO EM UMA REESTRUTURAÇÃO CORPORATIVA	
	LEONCIO, Phelipe, CUNHA, Pedro Henrique Braz	30
5	ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS GESTÕES DE QUALIDADE E DE CONHECIMENTO	
	MOÇO, Paula Andrade Bueno ¹ ; CUNHA, Pedro Henrique Braz	40
6	ANÁLISE DO RETRABALHO DEVIDO À FALTA DE PLANEJAMENTO EM UMA OBRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.	
	MACHADO, Roberta	49
7	APLICAÇÃO DO SISTEMA TRACKER EM ESTRUTURAS DE RASTREIO SOLAR	
	LEMONS, Luã.; RAMOS, Maiane.	60



Conceitos, Causas, Análise de Estabilidade e Risco com Possíveis Soluções para Obras de Contenção

RASKOVISCH, Henryk¹

¹ Pós-Graduando em Planejamento Gestão e Controle de Obras Cívicas, NPPG/POLI – UFRJ

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 03 Mar 2020

Revisão: 13 Mar 2020

Aprovação: 25 Mar 2020

Palavras-chave:

Risco

Estabilidade

Soluções

Resumo:

Os grandes centros urbanos geram diferentes oportunidades no mundo moderno, o que acarreta um intenso crescimento habitacional de forma desordenada, gerando construções em áreas de risco. Para minimizar possíveis acidentes, em sua grande maioria fatais, como por exemplo deslizamentos ou escorregamentos, é preciso que ocorra uma análise de risco e de estabilidade. Feito isso, é possível determinar se há necessidade uma obra de contenção. Em função disto, esse artigo tem como objetivo apresentar conceitos e causas para este problema, mostrando uma análise de risco e estabilidade, finalizando com duas possíveis soluções para uma intervenção.

1. Introdução

Devido à valorização de terrenos em grandes centros urbanos, atualmente é frequente a utilização de técnicas para estabilização de taludes com a finalidade de construção em terrenos verticais. Vários exemplos que se observam com certa constância são as construções em taludes que beiram as rodovias.

Acidentes naturais são outros fatores que preocupam a população de qualquer cidade quanto à segurança, podendo acarretar problemas mais sérios, podendo ser fatais e devastadores. Um exemplo disso foi o grave incidente que ocorreu na região serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011, em épocas de índices pluviométricos altos. As encostas ficam mais expostas à escorregamentos, devido ao excesso de poro-pressão que reduz a resistência ao cisalhamento do solo.

Devido à ocupação desordenada da população, houve um aumento nas construções em áreas de risco, ficando mais suscetíveis a deslizamentos, principalmente em épocas de grande porcentagem de chuva.

É necessário realizar uma análise de risco para as obras de contenção que serão realizadas ou para as obras já existentes que não tiveram esse tipo de análise. Esse segundo tipo de análise é mais crítica pelo fato de que será preciso estabilizar uma obra já existente, apresentando reais possibilidades de ruína.

Problemas para estes casos podem ser solucionados com técnicas de contenção, como cortina atirantada e solo grampeado. Sendo assim, o estudo de viabilidade técnico-econômica é o que define a melhor solução.

2. Conceitos

Abaixo são citados alguns conceitos importantes para o entendimento deste trabalho:

- a) Talude: Superfície inclinada de um maciço de solo, rocha ou os dois; [1]
- b) Talude construído: São provenientes de cortes em encostas, escavações ou aterros; [2]
- c) Talude natural: São formados por solo residual, coluvionar ou rochas; [2]
- d) Movimento de massa: Qualquer deslocamento de determinado volume de solo. A partir desse conceito, temos: [2]
 - d.1 Quedas ou desabamentos: Geralmente são blocos rochosos que se desprendem de um maciço rochoso, caindo em queda livre de forma brusca e em alta velocidade; [2]
 - d.2 Tombamento: É caracterizado pela rotação e flexão dos blocos sob forças da gravidade, de rocha ou solo adjacente ou de fluidos no interior do maciço. A velocidade do movimento pode variar de lenta a extremamente rápida;
 - d.3 Escorregamento ou deslizamentos: São caracterizados por ser um movimento rápido, tendo a superfície de ruptura bem definida; [2]
 - d.4 Espalhamento: São caracterizados por movimentos rápidos de massa de argila, alcançando uma distância considerável;
 - d.5 Corrida: São caracterizados por sua alta velocidade, chegando a passar de 10km/h. Ocorre quando há perda de característica do solo. A massa de solo se comporta como um fluido e atinge distâncias consideráveis; [2]
 - d.6 Rastejo ou fluência: São movimentos que podem ser lentos ou contínuos e não apresentam uma superfície de ruptura bem definida, podendo atingir grandes áreas sem permitir a diferenciação entre a massa em movimento e a região estável. [2]

3. Causas

De modo geral, as causas de um movimento de massa pode ser ou pelo aumento do peso do talude (externa) ou pela diminuição da resistência ao cisalhamento (interna). [1]

Neste caso, existem algumas possíveis explicações, são elas:

- a) Em épocas de alto índice pluviométrico, a saturação aumenta o peso específico do material e o excesso de umidade reduz a resistência ao cisalhamento pelo aumento da poropressão (pressão neutra); [3]
- b) Escavação próxima ao pé do talude. É bastante comum para implantação de novas obras, principalmente em construções que beiram rodovias. [3]

Essas causas são classificadas de acordo como são executadas, são elas:

- Causas reais: São causas geradas pelas ações do homem. Escavação no pé do talude é um bom exemplo;
- Causas imediatas: São geradas pelas ações da natureza. O melhor exemplo para esse tipo de causa é o alto índice pluviométrico em determinadas regiões e em determinados períodos do ano.

Os principais fatores dos movimentos de massa e processos ambientais na dinâmica brasileira são:

- Características climáticas, com destaque para os índices pluviométricos;
- Características dos materiais que constituem os taludes, solos, rochas e estruturas geológicas;
- Características geomorfológicas, com destaque para a inclinação, amplitude e perfil das encostas;
- Características do uso e ocupação, como cobertura vegetal e ações do homem, como escavações, desvio de fluxo de água etc.

4. Análise de estabilidade

A estabilidade de um talude está ameaçada quando as forças que tendem mover a estrutura são maiores que as forças que tendem mantê-lo em estado de inércia.

A condição que garante a estabilidade de um talude é definida através do fator de segurança (FS), que por sua vez é obtido pelo método das tensões admissíveis. Pode-se definir como a razão entre o somatório das forças de resistência e o somatório da tensão cisalhante em uma superfície de ruptura. [1]

Pode-se definir o fator de segurança (FS) da seguinte forma:

- $FS < 1$ significa instabilidade;
- $FS = 1$ significa limite de estabilidade, estando na iminência da ruptura;
- $FS > 1$ significa estabilidade.

4.1 NBR11682 – Estabilidade de encostas

Abaixo serão apresentados os valores para o FS mínimo como padrões de avaliação dos parâmetros de segurança, para projetos de encostas.

Os deslocamentos máximos devem ser baseados com o grau de segurança ao local, às construções vizinhas e à geometria do talude. Além disso, os valores calculados devem ser justificados.

Sendo assim, segue a classificação dos deslocamentos máximos:

- Baixo – 1,15
- Médio – 1,30
- Alto – 1,50

4.2 Métodos para cálculo de estabilidade de taludes

Existem diversos métodos para análise de estabilidade de taludes. O que os difere é a forma da superfície, podendo ser superfície circular ou para qualquer superfície.

4.2.1 Método das fatias

É o método mais utilizado para o estudo de estabilidade de taludes. Por esse motivo será abordado esse método para esse trabalho.

O motivo para esse método ser o mais utilizado é que não apresenta restrições em relação à homogeneidade do solo, geometria do talude e tipo de análise. Sendo assim, o solo pode ser heterogêneo, o talude pode ter superfície irregular e é possível analisar a distribuição de poropressão. Além disso, após a construção é possível analisar uma condição mais crítica. [2]

5. Água no solo

A água no solo é um dos fatores que mais impactam na estabilidade de taludes.

A água da chuva que cai no solo, parte é infiltrada e parte flui superficialmente (runoff) ou fica retida em depressões superficiais.

Runoff é a razão entre a chuva que escoou e a chuva que caiu. Quando a superfície é impermeável, esse coeficiente é igual a um.

Todo o volume de água pode ser absorvido pelo solo ou parte desse volume escoou sobre o solo (runoff), isso vai depender da intensidade, da duração da chuva e do ângulo do talude.

Quando o índice pluviométrico é alto e a chuva é prolongada, a parcela de runoff tende a ser maior, resultado da perda da capacidade de infiltração do solo. [2]

6. Gestão de risco

Risco é um acontecimento, que caso venha a acontecer terá uma consequência positiva ou negativa em uma ou mais frentes do projeto, como cronograma, custo e qualidade. Isso pode gerar uma oportunidade ou uma ameaça.

A gestão do risco é utilizada para identificar pontos incertos e mensuráveis que sejam relevantes para que haja um controle dentro da realidade do projeto. Em todo projeto há diversas incertezas, porém, para

dominar as consequências dessas incertezas, é importante tentar prevê-los e para isso é necessário obter informações para que minimize ao máximo a falta de conhecimento sobre o problema. [4]

O risco pode ser dividido em dois tipos, são eles:

- Risco conhecido – É um risco que pode ser identificado. Existe informação anterior sobre tal, experiência de equipe ou do local em questão, se é viável ou não um projeto de obra em determinada localidade ou em determinada situação; [5]
- Risco desconhecido – É um risco impossível de ser identificado. Diferentemente do risco conhecido, não há informação histórica, nem experiência da equipe ou da região.[5]

Outro ponto muito importante nessa gestão é identificar os riscos, os mais comuns são:

- Premissas no orçamento e no planejamento;
- Variação no preço dos insumos;
- Variação da produtividade;
- Dependência de mão de obra terceirizada;
- Falta de recursos financeiros;
- Riscos técnicos;
- Riscos legais;
- Greves em geral.

Os riscos e ameaças presentes no projeto devem ser identificados com a maior antecedência possível, além de identificar serviços, insumos e maquinário necessário. Feito isso é preciso determinar as premissas e restrições.

Premissas:

- Condições que o projeto está sujeito;
- Verificar se mudanças impactam de alguma forma no projeto (desenvolvimento e finalização)

Restrições:

- Limitações externas e internas para o projeto em questão;
- Obrigações legais e normativas

6.1 Estrutura Analítica de Risco

A EAR lista setores e subsetores de possíveis riscos em determinado projeto. É indicado uma EAR para cada projeto distinto. Dessa forma, os riscos ficam organizados e separados por setor, sendo mais fácil de mitigá-los.

Existem quatro formas de identificar os riscos, são elas:

- Brainstorming – Técnica criativa que não há nenhuma restrição aos participantes e que a princípio não busca consenso entre os envolvidos, estando todos abertos a expressar suas opiniões sobre o assunto em questão;
- Delphi – É utilizada para não haver influência de um especialista sobre outras pessoas. As opiniões são expressas separadamente e as discussões sobre as ideias são realizadas com o anonimato do autor da ideia em questão;
- Entrevista – Uma técnica simples que consiste em entrevistas individuais com especialistas de cada área do projeto;
- Análise SWOT – É uma técnica completa na qual é possível identificar pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças.

Outro ponto de extrema importância é a descrição dos riscos. Deve-se descrever a causa (origem), o risco e seus efeitos. Esse estudo pode ser feito através de uma tabela e é preciso que englobe todas as causas, riscos e possíveis efeitos do projeto.

6.2 Análise Qualitativa

A análise qualitativa dos riscos tem como objetivos:

- Avaliar de forma subjetiva os impactos e as consequências dos riscos já listados;

- Priorizar os riscos, determinando os que precisarão de atenção especial;
- Determinar a amplitude geral do risco do projeto.

É importante classificar o risco de cada projeto:

Quadro1: Classificação dos riscos

Gradação do Risco		Impacto		
		Baixo	Médio	Alto
Probabilidade do Risco	Alta	Médio	Alto	Alto
	Média	Baixo	Médio	Alto
	Baixa	Baixo	Baixo	Médio

Fonte: Própria

6.3 Análise Quantitativa

A análise quantitativa dos riscos tem como objetivos:

- Analisar objetivamente o impacto dos riscos no projeto;
- Visualizar os principais riscos;
- Prazos e custos relacionados a riscos e impactos determinam quais técnicas serão utilizadas.

6.4 Respostas aos Riscos

Nessa parte da gestão de riscos é importante buscar alguns pontos, são eles:

- Busca por oportunidades;
- Diminuição de ameaças;
- Escolha de especialistas para cada resposta;
- Mudanças necessárias no cronograma e nos custos do projeto;
- Prevenção contra os riscos.

Ameaças:

- Evitar – Executar planos para evitar ao máximo que o risco ocorra;
- Transferir – Transferir parte do risco ou todo o risco para terceiros com a finalidade de diminuí-lo;

- Mitigar – Diminuir a chance de ocorrer o risco no projeto e reduzir os possíveis impactos do mesmo;

- Aceitar – Aumentar a chance de a oportunidade render novos projetos ou até mesmo melhorias no projeto atual até mesmo em outras fases, como manutenção e operação.

Oportunidades:

- Aceitar – Assim como nas ameaças, devemos aceitar, porém aproveitar a oportunidade;
- Compartilhar – Passar a informação para terceiros para que utilizem ou para que tenha melhorias em determinado ponto do projeto;
- Aumentar – Aumentar a chance de a oportunidade render novos projetos ou até mesmo melhorias no projeto atual até mesmo em outras fases, como manutenção e operação.

6.5 Estratégias de Respostas de Contingências

Planos de contingência que só serão postos em prática se houver algum alerta de urgência pré-definido:

- Reserva de contingência – Utilizada para riscos conhecidos e fazem parte da base do cronograma do projeto;
- Reserva gerencial – Utilizada para riscos desconhecidos e não fazem parte da base do cronograma, porém interferem no cronograma como um todo;
- Reserva de prazo – É utilizada para dar mais tempo ao projeto;
- Reserva de custo – É um extra no orçamento do projeto e deve variar entre 5% a 10%.

6.6 Monitoramento do Risco

É preciso realizar um monitoramento contínuo dos riscos para evitar eventuais problemas. O monitoramento pode ser realizado de duas formas, são elas:

- Proativo – São ações preventivas com a finalidade de evitar possíveis acidentes. São

executadas através de fiscalizações e vistorias;

- Reativo – Acompanha e analisa incidentes já ocorridos. Foca em soluções plausíveis para que não ocorram novamente.

Após esses estudos de gerenciamento de risco é preciso aplicá-los na estabilização de taludes, visto que é de extrema importância para esse tipo de construção, por envolver riscos à vida humana e riscos ambientais.

Na tabela abaixo será apresentada a descrição dos principais riscos do projeto.

Tabela1: Descrição dos riscos

Categoria	Risco	Consequência
Técnico	Executar construções em barragens sem aplicar técnicas de estabilização. (1)	Risco de ruína da barragem gerando problemas ambientais e risco de vida à população local
Técnico	Não realizar análise de estabilidade antes da escolha da técnica. (2)	Rompimento da barragem
Técnico	Períodos de chuvas intensas. (3)	Se não for planejado pode haver o rompimento da barragem
Técnico	Falta de fiscalização e acompanhamento. (4)	Risco de afetar a qualidade da obra (tanto a construção final quanto a estabilidade do talude)
Técnico	Erro de projeto. (5)	Problemas na execução e impacto no custo e no prazo
Comercial	Terceirização da mão de obra. (6)	Problemas na qualidade, possíveis atrasos, dificuldade na fiscalização por

		conta de conflitos.
Comercial	Problemas financeiros com a contratada. (7)	Greves, faltas e serviços mal feitos.
Financeiro	Maquinário específico. (8)	Atraso na obra, custo elevado
Financeiro	Variação cambial. (9)	Maior custo
Gerencial	Processos falhos. (10)	Conflitos, queda na qualidade, prazo final afetado, custo afetado.
Técnico	Dificuldade em licenças ambientais. (11)	Atraso na obra
Técnico	Tirantes no vizinho. (12)	Problemas na fundação
Técnico	Solo grampeado sofre problemas com presença de água. (13)	Problemas futuros na estrutura já construída

Fonte: Própria

Na tabela abaixo será a análise qualitativa do projeto.

Classificação:

	MA	A	M	B	MB
Probabilidade	5	4	3	2	1
Impacto	5	4	3	2	1

Risco	Probabilidade	Impacto				Grau	Resposta ao risco
		Custo	Prazo	Qualidade	Meio ambiente		
1	3	4	2	5	5	48	3
2	3	3	2	5	5	45	3
3	4	4	5	3	2	56	4
4	4	4	3	5	5	68	5
5	2	5	5	5	4	38	2
6	5	2	2	4	1	41	3

7	2	5	5	5	1	31	2
8	5	2	2	2	1	31	2
9	3	5	1	1	1	24	1
10	2	5	5	5	2	32	2
11	2	5	5	3	5	33	2
12	2	5	5	5	3	33	2
13	3	5	5	3	3	48	3
Σ	-	-	-	-	-	41	-

Fonte: Própria

7. Soluções

Após a análise de estabilidade e o gerenciamento de risco, é preciso definir qual solução é a mais indicada para o projeto. [6]

Um fator importante nesse ponto é baseado na análise de estabilidade. Se o fator de segurança (FS) for menor que um é importantíssimo implementar intervenções no maciço para atingir a estabilidade. Caso uma alteração na geometria ou uma mudança positiva na ação da água não solucionar o problema de estabilidade, é necessária uma obra de contenção. [7]

Existe uma divisão entre os tipos de obras de contenção, são elas:

- Estruturas com peso, muro de gabião;
- Estruturas com ancoragem, como solo grampeado e cortina atirantada;
- Estruturas por ficha, como estacas justapostas;
- Estruturas mistas, estacas justapostas com tirantes.

Nesse trabalho será abordado estruturas de ancoragem (cortina atirantada e solo grampeado).

7.1 Cortina atirantada

Essa solução na maioria das vezes é escolhida quando é preciso conter elevados espaços horizontais, gerados por escavações em grandes alturas, com um mínimo deslocamento do solo e de estruturas vizinhas. [7]

É uma estrutura de contenção que é ancorada em estruturas mais rígidas, apresenta pequena deslocabilidade. São compostas por tirantes injetados no solo e solicitados à esforços normais de protensão, junto a um muro de concreto armado, com o objetivo de resistir ao sistema muro-tirantes. [7]

A execução de uma estrutura de cortina atirantada pode ser feita de baixo para cima ou de cima para baixo, o que é chamado de método descendente.

A metodologia executiva é dividida em algumas etapas, são elas: [8]

- Preparo dos tirantes;
- Perfuração;
- Instalação e injeção dos tirantes;
- Protensão;
- Dimensionamento;
- Dimensionamento do bulbo (trecho ancorado).

Essa solução tem vantagens e limitações, são elas: [9]

Vantagens:

- Baixas tensões na base;
- Tirantes suportam esforços com mínimo deslocamento, devido à protensão;
- Cada tirante é analisado individualmente, o que garante a qualidade e a segurança do procedimento;
- Pode suportar grandes solicitações e os taludes podem ser altos;
- Pode ser utilizado em diversas situações práticas.

Limitações:

- Os tirantes na grande maioria das vezes são longos, tendo a possibilidade de adentrar no terreno vizinho;
- Caso ocorra uma falha em um elemento, pode acarretar elevadas solicitações aos demais.

7.2 Solo grampeado

É uma solução de melhoria do solo, permitindo a contenção de taludes através da execução de chumbadores, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores (grampos) dão a condição de estabilidade global do maciço em questão, o concreto projetado dá a estabilidade local e a drenagem age nas duas frentes. Pode ser utilizada como uma estabilização temporária ou permanente, dependendo da finalidade da obra. [9]

A metodologia executiva é dividida em algumas etapas, são elas: [9]

- Escavação;
- Chumbadores;
- Concreto projetado;
- Drenagem;
- Análise de ruptura;
- Dimensionamento.

Essa solução tem vantagens e limitações, são elas:

Vantagens: [9]

- Baixo custo – O único elemento estrutural são os grampos, sendo assim tem custos bem reduzidos em comparação com métodos mais convencionais;
- Maquinário leve – Além de ser equipamentos leves, tem um fácil manuseio;
- Tempo de execução – Todas as etapas são executadas de forma bem rápida em comparação com métodos mais tradicionais;
- Adaptação às condições locais – É uma técnica que se adequa bem em variadas geologias, visto que são equipamentos leves e de fácil manuseio;
- Estruturas mistas – Há a possibilidade de utilização dessa técnica com outras;

Limitações:

- Nível d'água – Caso exista nível d'água é preciso um projeto muito bem detalhado de rebaixamento para não gerar futuros problemas;

- Drenagem – Se a drenagem não for satisfatória, é possível haver problemas futuros com a durabilidade dos grampos;

- Movimentação lateral e vertical – Pelo fato desse método gerar movimentações verticais e horizontais, há uma probabilidade de ter problemas de recalque em construções vizinhas, sendo assim é importante um acompanhamento constante;

- Condições do solo – Em solos que haja possibilidade de mudança futura, como aumento do nível d'água, não é recomendado esse método por questões de segurança.

7.3 Comparativo entre as duas soluções

Abaixo será listado uma comparação entre as duas soluções, são elas:

- Na cortina atirantada, os tirantes são protendidos após a estrutura de contenção pronta. Já no solo grampeado, os chumbadores não são protendidos, dessa forma é preciso que o solo se deforme para o início do trabalho. Essas deformações são irrelevantes para problemas com o atrito lateral;

- As ancoragens são pré-tensionadas para prevenir o deslocamento da cortina, já os grampos sofrem uma pré-tensão bem menor com a finalidade de garantir a ligação com o concreto projetado;

- As cortinas atirantadas tem limitações com inclinações, sendo geralmente verticais, já no solo grampeado é simples alterar a inclinação;

- A parte concretada da cortina tem função estrutural, já no solo grampeado a finalidade é a impermeabilização, estabilização e controle de erosão;

- Em relação à normas técnicas, os tirantes são mais confiáveis por ter normativas, já os grampos para solo grampeado, somente experiências anteriores.

8. Considerações finais

Na atualidade, com todos os avanços tecnológicos e populacionais, observa-se a importância da gestão do risco em qualquer projeto de engenharia.

Nesse trabalho foi aplicado esse conceito em obras de contenção. Junto ao avanço tecnológico e populacional já citado acima, há um considerável aumento nas construções de qualquer natureza, principalmente obras residenciais e comerciais, como foi nítido em anos anteriores com o boom da construção civil.

A partir disso, é de extrema importância a realização de obras de contenção em qualquer situação que envolva a possibilidade de rompimento de taludes, ou seja, qualquer obra no pé ou na crista dos taludes, até mesmo em construções a partir de escavações nesses taludes. A partir daí entra o principal ponto para o sucesso dessas construções, a gestão de risco, garantindo a qualidade e a segurança das cidades vizinhas, dos próprios moradores e do meio ambiente.

Além de obras de contenção estarem ligadas a construções residenciais ou comerciais, é possível observá-las em diversos pontos das cidades, como por exemplo em serras, estradas, túneis, entre outros.

Outro ponto importante a ser considerado é o meio ambiente, principalmente em relação à necessidade de preservá-lo. Mais uma vez entra o principal ponto desse projeto, o gerenciamento de risco. Temos exemplos de graves acidentes relacionados a barragens, como Mariana e Brumadinho. Há muitos riscos envolvidos nessas situações e com uma gestão eficiente é possível reduzir ao máximo possíveis tragédias.

A gestão de risco considera a parte econômica também, sendo assim o projeto com o melhor custo benefício será o mais apropriado. Dentre as soluções apresentadas nesse trabalho, o solo grampeado é a mais viável financeiramente, devido ao porte dos equipamentos, dos insumos necessários e da

simplicidade dos métodos, fora isso é mais flexível para os projetos, como executar obras com diversas inclinações, o que é bem limitado na cortina atirantada.

Apesar dessas vantagens, em um centro urbano a solução pelo método de solo grampeado pode não ser viável por conta das grandes deformações na face, o que poderia impactar construções vizinhas. Após essas constatações pode-se concluir que em projetos viáveis para os dois métodos, a solução mais adequada seria a escolha pelo solo grampeado e uma eficiente elaboração de gestão de risco.

9. Referências

- [1] CAPUTO, H. P. Mecânica dos solos e suas aplicações: Fundamentos. v. 2. Rio de Janeiro/RJ, 2015.
- [2] GERSCOVICH, Denise M. S. Estabilidade de taludes. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- [3] GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos Manoel. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. Editora Edgard Blücher, 1983.
- [4] RUPPENTHAL, Janis Elisa. Apostila Gerenciamento de Riscos; Santa Maria – RS, 2013.
- [5] SILVA, Vanessa F.. Análise de Risco na Construção – Guia de Procedimentos para Gestão; Porto – PT, 2012.
- [6] SOLOTRAT, Manual De Serviços Geotécnicos Solotrat, 5ª edição, 2015.
- [7] GERSCOVICH, D; DANZIGER, Bernadete, R; SARAMAGO, R. Contensões teoria e aplicações em obras. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- [8] YASSUDA, C. T.; DIAS, P. H. V. Fundações Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 2ª edição, 1998.
- [9] ABRAMENTO, C. T; KOSHIMA, P. H. V; ZIRILIS. Fundações Teoria e Prática. São Paulo: Pini, 2ª edição, 1998.



Aplicação das técnicas de Gerenciamento de Projetos na Criação de Empresa de Projetos no ramo residencial

GUEDES, Vitor; MELLO, Isabeth

Engenheiro Civil, NPPG, UFRJ

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 10 Jul 2020

Revisão: 11 Jul 2020

Aprovação: 13 Jul 2020

Palavras-chave:

Empresas

Criação

Engenharia

Resumo:

Este estudo busca demonstrar a aplicação das técnicas e ferramentas de gestão e gerenciamento de projetos descritas na metodologia PMI, ora contidas no PMBoK, para a criação de uma empresa de projetos de engenharia voltada para o atendimento de pessoas físicas do ramo residencial, com foco na comercialização de pacotes de projetos. Público este, que por muitas vezes se veem obrigados a realizar e gerenciar diversas contratações afim de se obter todos os projetos necessários que atendam o seu escopo. Tendo como principal objetivo maximizar as possibilidades de sucesso deste negócio, verificando e analisando os resultados obtidos e identificando as dificuldades para tal tarefa. Após a aplicação das técnicas e ferramentas da metodologia PMI, juntamente com a elaboração um planejamento estratégico da futura empresa, observou-se que nem todos os processos que englobam as 10 (dez) áreas de conhecimento foram utilizados, em algumas delas foram obtidos resultados bastante satisfatórios, tais como: risco, aquisições, e qualidade. Nas demais áreas de conhecimento, não foi possível obter grandes resultados. Não é simples aplicar todas as técnicas de gerenciamento de projetos em qualquer tipo de projeto. É necessário perceber e entender qual o momento apropriado para a utilização de cada uma delas, possibilitando vislumbrar possibilidades positivas e negativas. Como conclusão deste estudo, foi percebido que para se manter uma empresa que viva diariamente o gerenciamento de projetos, é necessário possuir um quadro de profissionais destinados a tal. Isso porque, a manutenção das técnicas e ferramentas do gerenciamento de projetos requer bastante tempo, e foco total.

1. Introdução

Um dos temas mais comentados nos últimos anos é o gerenciamento de projetos. Mas especificamente, o que é um projeto? É um conjunto de atividades temporárias, realizadas em grupo, destinadas a produzir um produto, serviços, ou resultado únicos

[1]. Um projeto é temporário, no sentido de que tem um início e fim definidos no tempo, e por isso, em escopo e recurso definidos.

E um projeto é único no sentido de que não se trata de uma operação de rotina, mas um conjunto específico de operações

destinadas a atingir um objetivo em particular.

O desenvolvimento de um software para um processo empresarial aperfeiçoado, a construção de um prédio ou de uma ponte, o esforço de socorro depois de um desastre natural, a expansão de vendas em um novo mercado geográfico – todos são projetos.

E todos devem ser gerenciados de forma especializada para apresentarem os resultados, aprendizado, e integração necessários para as organizações dentro do prazo e orçamento previstos [1].

O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, e técnicas para a execução de projetos de forma mais efetiva e eficaz. Ele sempre foi praticado informalmente, mas começou a emergir como uma profissão distinta em meados do século XX [1].

E por que houve a necessidade de se praticar de maneira profissional o gerenciamento de projetos? O processo de globalização, aliado ao aumento absurdo da velocidade com que informação é compartilhada, fez com que o ambiente das organizações sofresse grandes mudanças numa velocidade nunca vista antes na história da humanidade, e que até os dias atuais não foi totalmente compreendido [1].

Ao observar o mercado nacional de engenharia de projetos de construção civil, existem diversas empresas que desenvolvem os mais variados tipos de projetos, cada um deles ao gosto do cliente. E é neste cenário que também encontramos diversas falhas, sejam elas de execução, de concepção, de tempo, de custo, de qualidade, e algumas mais. São muitas as causas que podem levar um projeto ao fracasso. Como exemplo, podemos citar alguns casos que frequentemente ocorrem.

Imagine uma pessoa que deseja reformar seu apartamento. O que ela faz? Procura uma empresa que realize a reforma? Sim. Mas muitas vezes essa empresa não elabora um projeto arquitetônico. O inverso também ocorre. Ou então você contrata inicialmente

uma empresa de projetos de arquitetura, mas que não realiza a obra, ou não elabora os projetos complementares, tais como os projetos de elétrica, hidro sanitários, gás encanado, estrutural, e muitos outros. Ou seja, o indivíduo que pretende realizar a reforma, se vê obrigado a realizar a contratação de diversas empresas, que lhes entregue todos os projetos necessários para a realização da reforma, e também se vê obrigado a realizar a gestão e interface de todos os envolvidos, ou contratar um profissional que o faça.

Este estudo, tem como ideia principal, a criação de uma empresa de projetos de engenharia para o ramo residencial, que comercialize pacotes completos de projetos, ou seja, contendo projetos arquitetônicos, estruturais, e de instalações. Após algumas pesquisas realizadas no mercado, ficou evidente a dificuldade em encontrar empresas que atuem desta forma. E se atuam, o fazem de uma maneira não planejada, causando futuros transtornos ao cliente e a si próprio. Até encontramos no mercado, algumas empresas que atuam dessa maneira, mas como foco na prestação de serviços para pessoas jurídicas, não para pessoas físicas do ramo residencial.

É sabido que a falta de um bom projeto consolidado e com funcionalidade, em resumo mal planejado, pode trazer diversos prejuízos para o construtor e/ou investidor, tais como: atraso no cronograma, custos não previstos, qualidade baixa, problemas construtivos, e alguns outros. E que em conjunto podem tornar o medo do fracasso em realidade.

É comum observar no mercado o nascimento de várias empresas de engenharia, sem nenhum planejamento qualquer. Ou seja, a vontade de transformar um sonho em realidade, sem ter sido realizado um bom planejamento, na maioria das vezes pode levar ao insucesso. Empresas que não cumprem prazos, elevam custos - e muitas vezes não têm como arcar com ele, sendo obrigados a renegociá-los com os clientes, entregam produtos com erros e baixa qualidade.

É em consequência deste cenário que, pretende-se aplicar as técnicas e ferramentas da metodologia PMI, contidas no PMBoK, afim de maximizar as possibilidades de sucesso, para a criação de uma empresa de projetos de engenharia para o ramo residencial, que comercialize pacotes completos de projetos. Também será elaborado o planejamento estratégico da futura empresa.

2. Desenvolvimento

2.1. Estudo de caso

O presente estudo tem como finalidade aplicar as técnicas e ferramentas de gerenciamento de projetos contidas no PMBoK, na criação de uma empresa de projetos de engenharia que terá atuação no ramo residencial, com o intuito de maximizar as possibilidades de sucesso, identificando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, que acompanharão a empresa durante e logo após o seu nascimento.

Acredita-se que na maioria dos casos de criação de empresas, não é feito um planejamento detalhado, no que diz respeito à estrutura organizacional, processos e procedimentos, objetivos, etc. E que muitas vezes te obriga a tomar decisões importantes, e até mesmo definir rumos, sem o tempo hábil para tomada de escolha adequada. Sendo assim, com este cenário, a tendência infelizmente é caminhar para o insucesso.

Um ponto importante que deve ser mencionado, é que trata-se de um estudo pioneiro, não foram localizadas pesquisas deste tipo. Então para cada área de conhecimento, serão aplicadas as técnicas e ferramentas que se julgarem corretas. Podem haver casos, em que não seja possível a aplicação de técnicas por falta de dados, etc. A área de conhecimento “Partes Interessadas” não será aplicada e gerenciada, por entender que o único stakeholder deste projeto é o próprio idealizador.

2.2. Gerenciamento do escopo

Um das áreas de conhecimento mais importantes do projeto, é o escopo. É visto em várias pesquisas já realizados tanto no mercado nacional, quanto em outros diversos países, que quando não se têm um escopo bem definido junto ao seu cliente, isso tem grande parcela de culpa para o insucesso de um projeto, seja com relação ao custo elevado, atraso no prazo, falta de qualidade, e por aí vai. O maior objetivo quando se fala em definição de escopo, é garantir a satisfação do cliente final, atingindo o que foi planejado inicialmente no projeto com relação ao prazo, custo, e qualidade [1].

Para ajudar na elaboração e definição do escopo, serão realizados os 5 processos descritos, conforme abaixo:

2.2.1. Coleta de requisitos

Nesta etapa serão realizadas reuniões entre o cliente e a empresa, afim de se definir as necessidades quantificadas e documentadas, as expectativas do patrocinador, cliente, e outras partes interessadas.

2.2.2. Definição do escopo

Nesta etapa será definido o escopo do projeto, num alto nível de detalhamento. Também será definido entre o cliente e a empresa. Ao final desta etapa, será emitido um documento final, que receberá o nome de “declaração de escopo”, onde neste estará contido todo o detalhamento e especificações do produto final a ser entregue ao cliente.

Na declaração de escopo, serão inseridas as restrições e premissas do projeto. E se caso necessário, também serão incluídas as exclusões de escopo. Para ver o modelo de declaração de escopo, visualizar a figura 1 (em anexo).

2.2.3. Criação da EAP

Nesta etapa será desenvolvida e documentada a EAP (Estrutura Analítica de Projeto). Neste documento estão contidas todas as etapas do projeto, que serão divididas em famílias e/ou grupos, e dispostas como tarefas, e para cada uma

delas será atribuído um responsável pela execução.

2.2.4. Verificação do escopo

Nesta etapa serão criados documentos que facilitem e formalizem a entrega/aceitação do produto final, e/ou de entregas parciais.

2.2.5. Controle do escopo

Nesta etapa, serão feitas verificações de atendimento do escopo, durante todas as fases do projeto.

Para toda a documentação que for gerada durante os processos descritos acima, estes sempre, serão validados formalmente com o cliente.

Se durante a execução do projeto, houver interesse de mudança no escopo, por parte do cliente, esta poderá ser negociada junto à empresa.

Logo a seguir, nas figuras 1 e 2 (ambas em anexo), pode-se visualizar: modelo de declaração de escopo, e modelo de EAP. São apenas modelos que servirão como exemplos, por se tratar de documentos que só terão condições de elaboração, uma vez que já exista uma proposta de negócio a ser realizada. Por exemplo: a intenção de construção de uma casa de 3 andares.

2.3. Gerenciamento dos Custos

Quando se fala em custo, uma luz vermelha logo acende. Essa é a situação que vemos hoje em dia na grande maioria das empresas. Pesquisas já realizadas, mostram que cerca de 75% dos projetos realizados no Brasil, sofrem com problemas de custo, ou seja, gastam mais do que deveriam. Por isso se faz necessário, investir com afinco neste tema. Logo abaixo, será descrito alguns processos que serão adotados para garantir o sucesso econômico do projeto em questão. Para tal será necessário criar um documento, que receberá o nome de plano de gerenciamento de custos, que servirá de base para a execução de contratos futuros [1].

2.3.1. Estimar os custos

Nesta etapa serão considerados 02 cenários: no primeiro serão levantados todos os custos para a criação da empresa de projetos. Já no segundo cenário serão estimados os custos de cada atividade/tarefa contida na EAP. Será necessário estimar a duração das atividades.

2.3.2. Determinar o orçamento

Depois de levantados todos os custos do projeto, estes serão compilados, gerando assim o custo total do projeto. Estes custos, serão distribuídos ao longo do período de execução do projeto, sendo necessário para tal, ter o cronograma detalhado já elaborado. Com isto será emitido um documento, chamado de linha base de custo, que nada mais é do que, o quanto de custo foi previsto em intervalos de tempo definidos por melhor conveniência, ao longo do tempo de vida total do projeto.

2.3.3. Controlar os custos

Para o controle dos custos, serão utilizadas algumas técnicas de medição de desempenho. Com isto será possível monitorar os custos já realizados, detectando possíveis variações com relação ao que foi previsto. Sendo possível então, planejar e executar ações corretivas/preventivas, sempre que se julgar necessário. Para este projeto foi adotada a técnica do valor agregado.

2.3.4. Elaborar o plano de gerenciamento de custos

Após realizadas todas as etapas descritas acima, será possível elaborar o plano de gerenciamento de custos. Neste plano constará: quais as técnicas foram utilizadas para estimar os custos, quem é o responsável (e sua autonomia) para informar os dados planejados e reais de custo, e por fim como serão tratadas as variações de custo.

Após a elaboração do plano de gerenciamento de custos, com referência ao que será criado no 2º cenário, ou seja, quando a empresa já estiver em operação, este deverá ser validado junto ao cliente.

Na figura 3 (em anexo), é possível observar um modelo de plano de gerenciamento de custos.

2.4. Gerenciamento das aquisições

Atualmente o gerenciamento das aquisições é uma das áreas mais importantes dentro das organizações, principalmente devido ao aumento constante das terceirizações de serviços. Para gerenciar as aquisições, temos como etapas a seguir: planejamento das aquisições, condução das aquisições, administração das aquisições, e o encerramento das aquisições [1].

Especificamente para o projeto em questão, serão apresentados os resultados, após a aplicação dos processos descritos abaixo:

2.4.1. Planejar as aquisições

Neste momento, serão listadas todas as aquisições necessárias, considerando a empresa em pleno funcionamento operacional. Entende-se que esta listagem é mesma para a criação da empresa.

2.4.2. Conduzir as aquisições

Nesta etapa serão adquiridos todos os itens listados na etapa anterior.

2.4.3. Administrar as aquisições

Nesta etapa será realizado o acompanhamento dos contratos, do relacionamento entre comprador e fornecedor (cliente e empresa). Também serão realizadas análises de desempenho.

2.4.4. Encerrar as aquisições

Fica caracterizado como encerramento das aquisições, quando se é verificado se o projeto/produto entregue atende as especificações do solicitado.

Após a realização dos processos descritos acima, foi elaborada uma lista de aquisições, que pode ser visualizada na figura 4 (em anexo).

Entende-se que como se trata de uma empresa que “vende” projetos de engenharia, não será parte do cotidiano da empresa, adquirir bens, serviços, etc. Conforme

quantidade de trabalhos contratados aumentar, talvez seja necessário reavaliar o quadro de funcionários.

2.5. Gerenciamento do risco

Para os riscos envolvidos no projeto, estes devem ser tratados com bastante atenção. Hoje uma das áreas menos consolidadas é a do gerenciamento dos riscos. Talvez pelo motivo de ter sido uma das últimas áreas do conhecimento reconhecidas pelo PMI, juntamente com a de aquisições, a maioria dos gerentes de projetos acredita que a avaliação dos riscos não agrega valor suficiente, que justifique seu investimento, tornando-se então um custo desnecessário [1].

Abaixo, estão demonstrados os processos, para estudo dessa área de conhecimento. A sequência das atividades será realizada da seguinte forma: Planejamento do gerenciamento dos riscos, identificação dos riscos, análise quantitativa e qualitativa dos riscos, planejamento das respostas aos riscos, e monitoração/control de riscos. Após a realização das etapas, será elaborado um plano de gerenciamento de riscos.

Cada risco, que venha ou tenha chance de ocorrer no início, durante, e ao término do projeto, deverá ser avaliado pelo gerente do projeto, sendo este responsável em definir qual será a ação para o risco em questão. Serão realizadas reuniões com todos os integrantes, e stakeholders do projeto para discutir o risco, e definir qual será a posição da equipe perante este.

2.5.1. Identificação dos riscos

Será realizada a identificação dos riscos inerentes ao projeto, através de reuniões entre o gerente de projeto, com o restante da equipe.

2.5.2. Análise quantitativa e qualitativa dos riscos

Indica a probabilidade e o impacto para cada risco.

2.5.3. Resposta aos riscos

São medidas adotadas para cada risco, classificando também a forma como serão tratados, por exemplo: eliminar, mitigar, transferir, aceitar, etc.

2.5.4. Monitoração e controle dos riscos

Para monitorar e controlar os riscos, será escolhida uma pessoa responsável para tal atividade, que neste caso, será o gerente de projeto. Este deve acompanhar a iminência de cada risco, e se caso este venha a ocorrer, se fará necessário o seu controle.

Após a aplicação dos processos descritos acima, é possível visualizar os resultados obtidos através do quadro de identificação, monitoramento, e controle dos riscos, conforme figura 5 (em anexo).

2.6. Gerenciamento do tempo

Esta é com certeza uma das áreas mais importantes, quando se fala em gerenciamento de projetos. O tempo é um recurso escasso na maioria dos projetos atualmente. Quanto mais este recurso for gerenciado, melhor será aproveitado. Especificamente para a caso do projeto em questão, esta área do conhecimento apenas será utilizada quando a empresa já estiver em operação [1].

Entende-se que não há necessidade de elaborar qualquer tipo de cronograma para a etapa de criação da empresa. Visto que não foi estabelecido nenhuma data limite para a conclusão do projeto.

Ao desenvolver um cronograma, isto pode ser feito através de diversos softwares disponíveis no mercado. Para o projeto em questão, quando em fase de operação, será utilizado o software MSProject. É o programa mais utilizado, e também o mais fácil de utilizar.

Abaixo, seguem processos que devem ser seguidos ao gerenciar o tempo de um projeto:

2.6.1. Definir as atividades

Identificar as atividades que devem ser realizadas para produzir os diversos subprodutos (atividades/pacotes) dos projetos.

2.6.2. Sequenciar as atividades

Identificar as relações de interdependência entre as atividades.

2.6.3. Estimar recursos das atividades

Estimar os tipos e a quantidade de recursos necessários para concluir cada atividade.

2.6.4. Estimar duração das atividades

Estimar a quantidade de períodos de trabalho que serão necessários para concluir cada atividade.

2.6.5. Desenvolvimento do cronograma

Criar o cronograma (datas de início e fim) a partir da análise dos recursos, restrições, durações, e sequenciamento de atividades.

2.6.6. Controle do cronograma

Controlar mudanças em relação ao cronograma original do projeto.

Ao final destas etapas serão emitidos dois documentos: o cronograma (baseline) e a matriz de responsabilidade, que na verdade indica o responsável pela execução de cada atividade contida no cronograma. Ambos os documentos serão sempre validados junto ao cliente.

2.7. Gerenciamento da qualidade

Para o projeto em questão, uma das áreas do conhecimento mais importantes será a qualidade. Uma vez que o foco deste negócio são projetos de engenharia, grande parte do sucesso será proveniente de uma boa qualidade. Gerenciar a qualidade, tem como proposta os seguintes benefícios: garantia de vencer a concorrência, garantia da imagem da empresa no mercado, aumento do grau de confiança dos consumidores, e o desenvolvimento da autossatisfação e realização dos envolvidos [1].

Muitos estudiosos, acreditam que para garantir a qualidade de um projeto, são importantes dois ingredientes básicos: a conformidade com os requisitos, e a satisfação do cliente. Em busca do atendimento a esses itens, será elaborado um “plano de qualidade”, que a princípio será utilizado para todos os projetos da empresa, que tem a sequência de processos, conforme abaixo:

2.7.1. Planejamento da qualidade

É a identificação de quais são os padrões de qualidade relevantes para o projeto e a determinação de como satisfazê-los.

2.7.2. Realizar a garantia da qualidade

É a aplicação de atividades de qualidade planejadas e sistemáticas, com o objetivo de garantir que o projeto empregará todos os processos necessários para o atendimento aos requisitos.

2.7.3. Controle da qualidade

É a monitoração dos resultados específicos do projeto afim de determinar se eles atendem aos padrões relevantes de qualidade, e de identificar maneiras de se eliminar causas de resultados insatisfatórios.

Vale lembrar mais uma vez que, o plano de qualidade será utilizado como padrão dentro da empresa, e não especificamente para cada projeto. Este sempre será apresentado e validado junto ao cliente, e se caso houver alguma observação por parte do cliente, esta será analisada, determinando ou não uma possível alteração.

Ressalta-se a importância de plano de qualidade, pois ele determina o caminho que a empresa deve seguir para que atinja seus resultados previstos.

Para auxiliar na implantação da qualidade no projeto em questão, foi escolhida 1 (uma) ferramenta, que será utilizada durante toda a execução de cada projeto. Esta ferramenta auxilia diretamente na identificação de problemas e suas causas. Pode ser utilizada, tanto na fase de

elaboração do projeto, como durante sua execução.

2.7.4. Diagrama de Ishikawa ou “espinha de peixe”

Tem como objetivo auxiliar na determinação das causas raízes de um problema ou situação utilizando uma abordagem estruturada. Indicando possíveis causas de variação em um processo, aumentando assim o conhecimento sobre o mesmo. E por fim, visa identificar áreas onde dados devem ser coletados para um estudo mais detalhado [5]. Ver figura 6 (em anexo).

Abaixo pode ser visualizado um modelo-exemplo do diagrama citado acima, e também o modelo de plano de qualidade, já preenchido para o projeto em questão, conforme figura 7 (em anexo).

2.8. Gerenciamento das comunicações

A maior ameaça de muitos projetos é a “falha” de comunicação. Atualmente, nossa cultura não valoriza os profissionais por suas habilidades como comunicadores, principalmente os voltados às áreas técnicas.

Segundo o PMI, os gerentes de projetos dedicam cerca de 90% do seu tempo na aquisição e na transmissão de informações [1].

O gerenciamento das comunicações do projeto inclui os processos necessários para assegurar que as informações do projeto sejam geradas, coletadas, distribuídas, armazenadas, recuperadas, e organizadas de maneira oportuna e apropriada.

O gerenciamento das comunicações é composto pelos seguintes processos:

2.8.1. Identificar as partes interessadas

Tem como objetivo identificar todas as pessoas ou organizações que podem ser afetadas pelo projeto e de documentar as informações relevantes relacionadas aos seus interesses, envolvimento, e impacto no sucesso do projeto.

2.8.2. Planejar as comunicações

Tem como objetivo determinar as necessidades de informação das partes interessadas no projeto, e definir uma abordagem de comunicação.

2.8.3. Distribuir as informações

Tem como objetivo colocar as informações necessárias à disposição das partes interessadas no projeto, conforme planejado.

2.8.4. Gerenciar as expectativas das partes interessadas

É o processo de comunicação e interação com as partes interessadas para atender às suas necessidades e solucionar as questões à medida que ocorrem.

2.8.5. Reportar o desempenho

É o processo de coleta e distribuição de informações sobre o desempenho, inclusive relatórios de andamento, medições de progresso e previsões.

Após realizar todas as etapas acima, é possível, elaborar o “plano de comunicação” do projeto.

2.9. Gerenciamento dos recursos humanos

Historicamente, a principal preocupação ao gerenciar projetos era técnica, e o comportamento das pessoas envolvidas era delegado a um segundo plano. O principal objetivo era atingir as metas nas datas previstas, respeitar o planejamento financeiro e controlar a qualidade do produto final. O sucesso e o desempenho do projeto estavam ligados a esses três critérios, considerados os mais importantes, pois representavam o nível de satisfação do gerente de projetos [1].

Hoje, a tendência é fazer com que todas as pessoas, em todos os níveis da organização sejam os administradores – e não simplesmente os executores – de suas tarefas. Além de executar as tarefas, cada pessoa deve conscientizar-se de que ele deve ser o elemento de diagnóstico e de solução de problemas para obter uma melhoria contínua de seu trabalho dentro da organização. E é

assim que crescem e se solidificam as organizações bem-sucedidas [2].

O gerenciamento de recursos humanos do projeto descreve os processos necessários para proporcionar a melhor utilização das pessoas nele envolvidas [3]. “Atualmente, os estudos e treinamentos estão concentrados em proporcionar um desenvolvimento ao indivíduo com a finalidade de tentar minimizar a importância dada aos aspectos técnicos” [4].

A seguir, seguem os processos que compõem o gerenciamento dos recursos humanos:

2.9.1. Planejamento dos recursos humanos

Tem como objetivo identificar e documentar papéis, responsabilidades, e relacionamento dentro da equipe do projeto.

2.9.2. Mobilizar a equipe do projeto

Tem como objetivo obter os recursos necessários para o projeto.

2.9.3. Desenvolver a equipe do projeto

Tem como objetivo melhorar a habilidade e a competência das pessoas (individual e coletivamente), o ambiente, e o desempenho do projeto.

2.9.4. Gerenciar a equipe do projeto

Tem como objetivo o acompanhamento do desempenho dos membros da equipe, fornecimento de feedback, resolução de problemas e coordenação de mudanças para melhorar o desempenho da equipe.

2.10. Gerenciamento da integração

A área de conhecimento Gerenciamento da Integração do Projeto possui diversos processos e atividades responsáveis por identificar, definir, combinar, unificar e coordenar as outras diversas atividades e processos de gerenciamento de projetos abordados no guia PMBoK. Portanto, este processo é um integrador, ou ainda um consolidador, ou articulador, que são vitais para gerenciar expectativas dos clientes e atender aos requisitos do projeto [1].

Gerenciar a integração do projeto é garantir que os componentes do projeto precisam trabalhar juntos – e é papel do gerente de projetos fazer que isso aconteça. Exige habilidades em negociação e gerenciamento de conflitos de interesses. Também exige habilidades gerais de gerenciamento, boa comunicação, organização, familiaridade técnica com o produto, etc.

Esta área de conhecimento é composta pelos processos descritos logo abaixo:

2.10.1. Desenvolver o termo de abertura do projeto

Desenvolve-se um documento formal autorizando um projeto ou uma fase, e documenta-se os requisitos iniciais com as partes interessadas.

2.10.2. Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto

Documenta-se todas as ações necessárias para definir, preparar, integrar e coordenar todos os planos auxiliares que são criados em outros processos de outras áreas de conhecimento.

2.10.3. Orientar e gerenciar a execução do projeto

Realiza-se o trabalho definido no plano de gerenciamento de projeto.

2.10.4. Monitorar e controlar o trabalho do projeto

É feito um acompanhamento e regulação no projeto com o intuito de averiguar se os objetivos previamente definidos no plano de gerenciamento do projeto estão sendo satisfeitos.

2.10.5. Realizar o controle integrado das mudanças

Revisa-se toda e qualquer solicitação de mudança e após isso é definida a aprovação ou não das mudanças solicitadas.

2.10.6. Encerrar o projeto

Finaliza-se todas as atividades de todos os grupos de processos ou área de

conhecimento para finalizar formalmente o projeto.

2.11. Elaboração do planejamento estratégico

Considerando o cenário de extrema competitividade no mundo corporativo, identificou-se a necessidade da elaboração de um planejamento estratégico para o projeto em questão – criação de empresa de projetos de engenharia [5].

Um planejamento estratégico é basicamente composto de 3 etapas: criar a identidade da empresa, realizar o diagnóstico estratégico, e definir as estratégias.

2.11.1. Identidade da empresa

Nesta etapa serão definidas a missão, visão, e as crenças e valores.

a) Missão A missão é uma declaração sobre o que a organização é, sobre a sua razão de ser, seus clientes e os serviços que presta. Define o que é a organização hoje, seu propósito, e como pretende atuar no seu dia-a-dia.

b) Visão A visão define o que a organização pretende ser no futuro. Incorpora as ambições da organização e descreve o quadro futuro que a organização quer atingir. Identifica as aspirações da organização, criando um clima de envolvimento e comprometimento com o seu futuro.

c) Crenças e valores São ideias fundamentais em torno das quais se constrói a organização. Representam convicções dominantes, as crenças básicas, aquilo em que a maioria das pessoas da organização acredita.

Os valores constituem uma fonte de orientação e inspiração no local de trabalho. São elementos motivadores que direcionam as ações das pessoas da organização.

2.11.2. Diagnóstico estratégico

O diagnóstico estratégico proporciona ao gerente de projetos informações básicas para começar a usufruir das vantagens do planejamento estratégico, através do

tratamento adequado dos pontos fortes, fracos, oportunidades, e ameaças [5].

Ao realizá-lo, têm-se o objetivo de responder à pergunta básica “qual a real situação da empresa quanto a seus aspectos internos e externos?”, verificando o que a empresa tem de bom, de regular, ou de ruim no seu processo administrativo [5].

a) Análise do ambiente externo Permite construir uma visão integrada das principais tendências de curto, médio, e longos prazos do contexto de atuação, sinalizando as oportunidades e ameaças, no cumprimento de sua missão e na construção de sua visão de futuro.

b) Oportunidades São situações, tendências ou fenômenos externos à organização, atuais ou potenciais, que podem contribuir em grau relevante e por longo tempo para a realização de sua missão e objetivos e/ou para o alcance de um bom desempenho.

c) Ameaças São situações, tendências ou fenômenos externos à organização, atuais ou potenciais, que podem prejudicar substancialmente por longo tempo para a realização de sua missão e objetivos e/ou para o alcance de um bom desempenho.

d) Análise do ambiente interno Análise das características internas da organização vai revelar, sob um ponto de vista estratégico, as forças e fraquezas, bem como permite identificar as suas causas.

e) Forças São fenômenos ou condições internas capazes de auxiliarem, por longo tempo, o desempenho ou o cumprimento da missão e dos objetivos.

f) Fraquezas São situações, fenômenos ou condições internas, que podem dificultar a realização da missão, e o cumprimento dos objetivos.

2.11.3. Estratégias

É com base nas informações adquiridas nas etapas acima, que será possível definir a estratégia da empresa, a curto, médio, e longo prazo.

Foi com base nos conceitos acima, que foi elaborado o planejamento estratégico da empresa, que pode ser visto na figura 8 (em anexo). Nesta etapa também serão definidos: o nome da empresa, a estrutura organizacional, e o organograma.

3. Conclusão e Considerações finais

Após a aplicação de todos os conceitos que foram apresentados neste estudo, com o objetivo de criar uma empresa de engenharia para o ramo residencial, observou-se que nem todos os processos que englobam as 10 (dez) áreas de conhecimento foram utilizados. Isto se deve ao fato de que muitos processos necessitam de dados, informações, e definições que só existirão quando a empresa estiver em operação, ou seja, buscando e executando projetos.

No gerenciamento das 10 (dez) áreas de conhecimento, algumas delas apresentaram resultados bastante satisfatórios, tais como: risco, aquisições, e qualidade. No restante das áreas de conhecimento, não foi possível obter grandes resultados. É importante mencionar neste momento que o gerenciamento dos recursos humanos e da integração não foram sequer aplicados. Com relação às áreas de conhecimento que não obtiveram resultados satisfatórios, isso se deve a vários fatores. Entretanto 2 motivos que são considerados mais relevantes são: o primeiro é o simples fato de ser uma empresa de muito pequeno porte – que possui inicialmente 4 funcionários, o que deu margem a acreditar que não seria válido “gastar” tempo com elaboração de planos de comunicação, planos de integração, e plano de recursos humanos. O segundo motivo é que para determinadas áreas de conhecimento, tais como: escopo, custo, e tempo, a aplicação das respectivas ferramentas e processos é necessário que a empresa já esteja em operação. Como fazer um cronograma, calcular os custos, elaborar uma declaração de escopo, de um projeto que ainda não existe?

Pôde-se, então, observar que não é tão simples quanto parece, aplicar todas as

técnicas de gerenciamento de projetos, para qualquer tipo de projeto. O interessante sim, é perceber e entender qual o momento apropriado para a utilização de cada uma delas. E com a utilização delas, é possível vislumbrar possibilidades tanto positivas quanto negativas.

Uma grande conclusão deste estudo, foi também perceber que para se manter uma empresa que viva diariamente o gerenciamento de projetos, é necessário possuir um quadro de profissionais destinados a tal. Isso porque, a manutenção das técnicas e ferramentas do gerenciamento de projetos requer bastante tempo, e foco total. Visualizou-se que os membros da equipe ficariam muito sobrecarregados, pois todos seriam essenciais para o desenvolvimento dos planos, cronogramas, e demais saídas dos processos que seriam aplicados, principalmente o gerente de projetos, que teria a responsabilidade de emissão de quase todos os documentos e também da captação de novos negócios. Ou seja, com baixo investimento em recursos humanos fica bastante difícil montar um escritório neste formato.

Um dos temas abordados neste estudo e que merece atenção especial é o planejamento estratégico. A sua elaboração para o projeto em questão, criação de uma empresa de projetos de engenharia, foi

fundamental. Foi possível observar alguns resultados positivos que foram obtidos, tais como: com a sua divulgação entre os membros da equipe - este servirá como grande motivador para cada funcionário, identificação dos pontos fracos, fortes, oportunidades, e ameaças – o que permite ao gerente de projetos conduzir o projeto, se necessário intervindo de forma preventiva e/ou corretiva na garantia de cumprimento das estratégias e objetivos da empresa.

4. Referências

- [1] MONTES, Eduardo. Introdução ao Gerenciamento de Projetos, 2017, Editora Kindle Direct Publishing, 1ª edição.
- [2] SINCLAYR, L.. Economia e Mercados, Editora Saraiva, 2001, 18ª Edição.
- [3] PMI – Project Management Institute. PMBoK – Project Management Body of Knowledge, 2018, 6ª edição.
- [4] VARGAS, R. Viana. Gerenciamento de Projeto, Editora Brasport, 2005, 6ª edição.
- [5] MARTINS, J. C. Cordeiro. Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de software com PMI, RUP, e UML, Editora Brasport, 2007, 4ª edição.

5. Anexos e Apêndices

Figura 1: Modelo de Declaração de Escopo

DECLARAÇÃO DE ESCOPO:			
1. Controle de versões			
Versão	Data	Autor	Notas da revisão
2. Objetivos do projeto			
3. Escopo do produto			
4. Exclusões do projeto			
5. Restrições			
6. Premissas			
7. EAP			
8. Critérios de aceitação			
9. Aprovações			
Participante	Assinatura	Data	

Fonte: Autor

Figura 2: Modelo de EAP (Estrutura Analítica de Projeto) – Exemplo

Modelo de EAP (Estrutura Analítica de Projeto)			
Item	Etapas	Atividades	Responsável
1	Iniciação do Projeto	-	-
1.1	Arquitetura	-	Gerente de Projetos
1.1.1	Definição do projeto	Realizar reuniões com o cliente, para definição do produto a ser entregue (Ex: quantidade de pavimentos, metragem total, etc.)	Gerente de projetos e Arquiteto
1.1.2	Execução do projeto básico	Desenhar o projeto de arquitetura	Arquiteto
1.1.3	Validação do projeto básico	Validar junto ao cliente o projeto básico de arquitetura	Gerente de projetos e Arquiteto
1.2	Instalações	-	Gerente de projetos
1.2.1	Definição do projeto	Realizar reuniões com o cliente, para definição do produto a ser entregue (EX: sistema de exaustão e ventilação, sistema de refrigeração, sistema de rede de dados, etc.)	Gerente de projetos e Engº de instalações
1.2.2	Execução do projeto básico	Desenhar os projetos de instalações	Engº de instalações
1.2.3	Validação do projeto básico	Validar junto ao cliente o projeto básico de instalações	Gerente de projetos e Engº de instalações
1.3	Estrutura	-	Gerente de Projetos
1.3.1	Definição do projeto	Realizar reuniões com o cliente, para definição do produto a ser entregue (Ex: tipo de fundação, etc.)	Gerente de Projetos e Engº de estruturas
1.3.2	Execução do projeto básico	Desenhar os projetos de estruturas	Engº de estruturas
1.3.3	Validação do projeto básico	Validar junto ao cliente	Gerente de Projetos e Engº de estruturas
n	-	-	-

Fonte: Autor

Figura 3: Modelo de Plano de Gerenciamento de Custos

PLANO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS:			
1. Controle de versões			
Versão	Data	Autor	Notas da revisão
2. Objetivos do plano de gerenciamento de custos			
3. Estimativa dos custos			
4. Orçamento			
5. Controle dos custos			
6. Aprovações			
Participante	Assinatura	Data	

Fonte: Autor

Figura 4: Modelo de Lista de aquisições

LISTA DE AQUISIÇÕES		
Lista de Aquisições	Definição/Especificação	Responsável pela aquisição
Definição/escolha da modalidade de contrato que será praticado pela empresa.	Os contratos praticados pela empresa serão do tipo "preço fixo".	O responsável por administrar os contratos da empresa será o gerente de projetos, neste caso o proprietário.
Definição do local para ser o escritório da empresa.	Foi definido que o local para o escritório da empresa será alugado.	O responsável pela locação do espaço será o gerente de projetos.
Contratação da equipe que irá compor a empresa	Foi definido pelo gerente de projetos que o time da empresa contará, inicialmente, com: 01 arquiteto, 01 engº de estruturas, e 01 engº de instalações. Os demais serviços burocráticos serão realizados pelo gerente de projetos.	O responsável pela contratação dos funcionários será o gerente de projetos. O regime de contratação, inicialmente, será de "profissionais autônomos". Ou seja, após o término do serviço prestado, os profissionais emitirão NF de cobrança.
Compra dos móveis, ferramentas, e equipamentos para o escritório.	Será realizada a compra de todos os itens necessários. Será elaborada uma lista contendo detalhadamente os itens.	O responsável por comprar todos os itens será o gerente de projetos.
Local para plotagem dos desenhos.	Foi definido que inicialmente, todos os desenhos serão plotados numa empresa terceirizada. Afim de minimizar os custos iniciais.	A escolha será feita através de cotação das empresas que prestam este tipo de serviço. O responsável em definir qual a empresa vencedora, será o gerente de projetos.

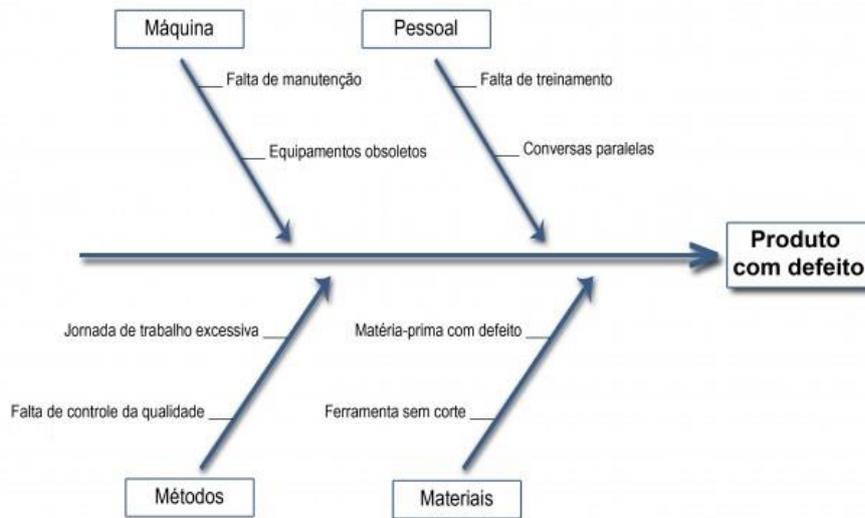
Fonte: Autor

QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO, MONITORAMENTO, E CONTROLE DOS RISCOS

Legenda: 1-Muito baixo 2-Baixo 3-Médio 4-Alto 5-Muito alto

Risco	Probabilidade	Impacto	Resposta	Descrição da resposta	Responsável	Custo	Com o tempo
Grande concorrência no mercado	3	3	aceitar	Aceita o risco, pois a concorrência existe para qualquer tipo de negócio.	gerente do projeto	sem custo	Imprevisível, pode diminuir como aumentar
Dificuldade na obtenção de clientes	4	5	mitigar	Para mitigar esse risco, será feito antes da abertura da empresa, uma lista com possíveis clientes, através de pesquisas na internet, contatando possíveis investidores que já atuam na área da construção.	gerente do projeto	sem custo	Imprevisível, pode diminuir como aumentar
Entrega de projetos com baixa qualidade	3	5	Eliminar	Contratação de profissionais de confiança, preferencialmente pessoas que já conhecemos sua capacidade, determinação, comprometimento, etc...dentre outras qualidades que compõem um bom profissional.	gerente do projeto	\$\$	Diminui
Dificuldade para o registro da empresa	4	4	transferir	Contratar profissional que preste assessoria para orientar acerca dos processos e procedimentos que devem ser realizados para a abertura de empresa.	gerente do projeto	\$	Diminui
O cliente solicita se a empresa pode executar o projeto	2	1	Compartilhar	Buscar no mercado empresas que trabalhem com construção, afim de estabelecer parceria para empreitar a construção do cliente. Trabalhar somente com empresas que tenham sua capacidade de empreitar já demonstrada no mercado.	gerente do projeto	sem custo	Imprevisível, pode diminuir como aumentar

Figura 7: Modelo-exemplo do diagrama de Ishikawa



Fonte: Ishikawa, Kaoru (1990)

Figura 8: Modelo de plano de qualidade - Exemplo

PLANO DE QUALIDADE:			
1. Controle de versões			
Versão	Data	Autor	Notas da revisão
2. Objetivos do plano de gerenciamento da qualidade			
Este plano tem como objetivo fazer com que os projetos que sejam desenvolvidos nesta empresa, atendam as normas vigentes de engenharia e satisfaçam as necessidades do cliente.			
3. Planejamento da qualidade			
A entrega dos projetos ao cliente, deve ser feita através de 01 cópia em papel A1 para cada desenho, e também entregues em formato eletrônico via CD.			
Para a elaboração dos desenhos será utilizado o software AUTOCAD 2D.			
Para o cálculo de cada estrutura será utilizado o software TQS.			
Para a elaboração dos projetos serão utilizadas as normas vigentes na ABNT.			
Para a emissão de cada projeto, também será emitido uma lista de especificações e quantidades.			
4. Garantia da Qualidade			
Para verificar o andamento dos projetos, serão realizadas semanalmente, reuniões presenciais entre o gerente de projetos e o restante da equipe.			
Na identificação de possíveis falhas dos projetos, sejam com relação a atrasos, falta de especificações, falta de conceito, etc, serão utilizadas ferramentas de diagnóstico de causa/problema, tais como Diagrama de Ishikawa, e Causa e efeito.			
5. Controle da qualidade			
O responsável por controlar a qualidade do no projeto é de cada membro da equipe. Além da elaboração do projeto em si, também faz parte de sua responsabilidade realizá-lo com o padrão de qualidade da empresa, que pode ser observado neste plano.			

Todos os projetos devem receber a aprovação do gerente de projetos.

6. Aprovações

Participante	Assinatura	Data

Fonte: Autor

Figura 9: Modelo de Planejamento Estratégico - Exemplo

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO:

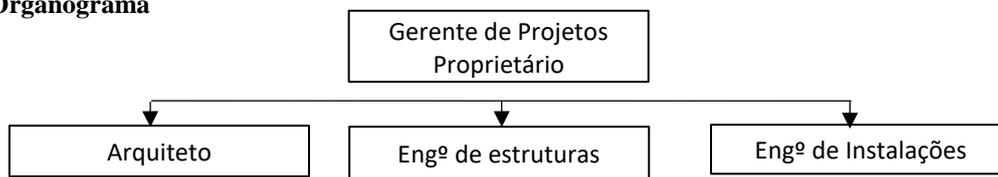
1. Nome da empresa

INOVA Projetos e Soluções

2. Estrutura organizacional

Foi tomada a decisão de não classificar nesse primeiro momento a estrutura da empresa, uma vez que ela ainda irá ganhar corpo, lado-a-lado com o próprio desenvolvimento.

3. Organograma



4. Missão

Desenvolver projetos de engenharia no ramo residencial, utilizando métodos e soluções, que atendam a expectativa e gerando satisfação aos seus clientes.

5. Visão

Tornar-se uma empresa de sucesso e respeito em sua área de atuação.

6. Diagnóstico estratégico

6.1 Oportunidades (Ambiente externo)

- Demanda no mercado por empresas que vendam o pacote completo de projetos
- Atuar em municípios do interior do estado do RJ, onde a concorrência é menor
- Desenvolver parcerias com grupos de investidores

6.2 Ameaças (Ambiente externo)

- Forte concorrência com as demais empresas de projetos já consolidadas no mercado
- Falta de credibilidade/aceitação inicial no mercado
- Dificuldade na conquista de novos clientes

6.3 Pontos fortes

- Cumplicidade e pró-atividade dos profissionais envolvidos
- Competência e capacidade técnica dos profissionais envolvidos

6.4 Pontos fracos

- Baixo nº de profissionais envolvidos
- Inexperiência da equipe em geral, na prestação de serviços como empresa para o mercado

7. Estratégias

7.1 Curto prazo

Conquistar e entregar 3 contratos, num período de até 6 meses.

7.2 Médio Prazo

Conquistar e entregar 10 contratos, num período de até 18 meses.

7.3 Longo prazo

Conquistar e entregar 25 contratos, num período de até 36 meses.

Fonte: Autor



Uma Análise sobre a Transferência do Conhecimento e sua Importância para a Área de Tecnologia de Organizações *Fintechs*

ORRICO, Flavia¹; CUNHA, Pedro Henrique Braz²

¹ Pós-graduanda em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/POLI – UFRJ ² Mestre em Administração

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 09 Jul 2020

Revisão: 12 Jul 2020

Aprovação: 13 Jul 2020

Palavras-chave:

Análise

Transferência do Conhecimento

Organizações Fintech

Resumo:

O presente artigo tem por objetivo analisar como ocorre a transferência do conhecimento na área de tecnologia das organizações fintechs no Brasil. Devido aos avanços tecnológicos e comportamentais presentes no atual cenário das organizações atuantes no mercado fintechs, se faz necessário uma gestão do conhecimento eficaz, garantindo que haja sua transferência, para que o core business do negócio não seja impactado. Partindo da observação na área e embasando-se no referencial teórico, são exaltadas as deficiências que este perfil de empresa apresenta, expondo um conjunto de ações e ferramentas, com o intuito de mitigar o prejuízo causado pela perda do capital intelectual. Dessa forma, este artigo contempla as organizações do setor, apresentando um molde a ser aplicado inicialmente na área central, de maior importância para o core business do negócio e seu resultado é uma vantagem estratégica advinda da criação, retenção e disseminação do conhecimento.

1. Introdução

Um dos bens mais valiosos que uma empresa pode ter é o capital intelectual. O presente artigo se propõe a analisar como ocorre a gestão do conhecimento, em evidência a transferência do conhecimento, em organizações que atuam como *fintes* no mercado e como essa gestão pode ser aprimorada através de um conjunto de ações e ferramentas.

As organizações que em sua atividade principal, na área financeira, utilizam da tecnologia para aprimorar seu core business podem ser chamadas de *fintechs*. O termo é derivado da expressão em inglês *Financial*

Technology. Esse segmento é reconhecido por apresentar produtos financeiros compostos por meios digitais, utilizando como diferencial soluções mais intuitivas (user-friendly), redução de burocracias e a transparência com seus stakeholders, fazendo uso de tecnologias como *big data*, *blockchain*, a internet das coisas, aplicativos, inteligência artificial, em especial *machine learning*, redes online, entre outros.

Formado majoritariamente por *startups* e com *players* maduros, as *fintechs* podem ser encontradas no mercado de meios de pagamento, empréstimos, gestão financeira, bancos digitais, seguros, investimentos, entre outros.

A área de tecnologia deste perfil de empresa costuma ser o “cérebro” do negócio, a área principal, onde ocorrem o desenvolvimento de um novo produto, ferramenta ou *feature* e sua manutenção. Geralmente, essa área é estruturada por projetos. Em cada projeto, é fundamental ter a participação de especialistas, com os conhecimentos necessários. Por isso, é imprescindível que a organização tenha uma gestão do conhecimento implementada bem estruturada e eficaz, que garanta a perpetuidade do capital intelectual na organização.

Importante considerar também que a vantagem competitiva sustentável pode ser encontrada através da administração do capital intelectual organizacional, vez que esse capital está sendo gerado, armazenado e transferido, gerando inovação e garantindo as melhores práticas.

A abordagem da organização como um meio para o processamento das informações surgiu a partir da abordagem ocidental, relacionado ao conhecimento que leva à divisão cartesiana entre sujeito e objeto, conhecedor e conhecimento. É de acordo com essa visão que foi concluído o porquê de as organizações processarem informações a partir do ambiente externo, buscando adaptação nas novas circunstâncias. Por outro lado, essa visão não explica a inovação que vem de dentro pra fora. Quando as organizações inovam, elas não apenas processam as informações de fora para dentro, visando apenas a resolução dos problemas existentes e a adaptação no ambiente em constante transformação [1]. As organizações inovam no momento em que além dos pontos citados anteriormente, conseguem criar novos conhecimentos e informações de dentro para fora, visando redefinir tanto os problemas quanto às soluções e, nesse processo, recriam seu meio.

Fundamental para a criação do conhecimento dentro das organizações é a distinção entre o conhecimento tácito e explícito e ainda o entendimento de que o segredo para essa criação está na mobilização

e conversão do conhecimento tácito.

Considerando que este ramo está no epicentro da mudança dos avanços tecnológicos e comportamentais e por possuírem familiaridade na aplicação da tecnologia a seu favor, essa tecnologia pode ser bem empregada na gestão do conhecimento.

O que Nonaka e Takeuchi [1] propõem é que a criação do conhecimento justifica a inovação e o que explica essa compreensão é conversão do conhecimento tácito, que é a forma de conhecimento pessoal e de difícil transferência, em explícito, que é o conhecimento mais formal, de fácil identificação, armazenamento e recuperação [1]. Os autores enfatizam ainda que a organização pode estimular o indivíduo a aprimorar o conhecimento tácito a partir da socialização com os outros, visto que a observação, imitação e prática, além do uso da linguagem figurada, como metáforas, simbolismos, conceitos, imagens e moldes levam a aquisição deste tipo de conhecimento. É a partir da interação entre o conhecimento tácito e explícito que surge a inovação.

De acordo com Davenport e Prusak, o conhecimento pode ser transferido dentro das organizações, independente de ter processos gerenciados [2]. As transferências do conhecimento que ocorrem no cotidiano das instituições podem ser observadas quando os colaboradores tiram dúvidas com seus pares ou superiores. A questão é que muitas vezes essas dúvidas são direcionadas àqueles colegas mais próximos, com maior afinidade e não à pessoa mais indicada e então o conhecimento transmitido não foi satisfatório. Portanto, outro ponto que este artigo abordará estratégias para melhor estruturar os processos de transferência do conhecimento.

2. Gestão do conhecimento

Recente, primordial e de difícil descrição única, o conceito de gestão do conhecimento é um desafio. São inúmeras descrições criadas para melhor retratar esse conceito desde a sua criação, no início do século XX.

Não menos importante é ressaltar a relevância do entendimento deste conceito para que sua aplicação possa trazer os benefícios almejados pelas organizações quando de sua aplicação, como é o caso da vantagem competitiva.

Gerir o conhecimento na organização, entre outros ganhos, oportuniza a criação do conhecimento, uma vez que, quando aplicado, gera inovação e esta por sua vez gera melhoria, que pode se tornar contínua, de acordo com Nonaka e Takeuchi [3].

Almejando a melhoria contínua que Nonaka e Takeuchi expuseram a teoria da espiral do conhecimento, baseados em quatro modos de conversão do conhecimento. Esse modelo é chamado SECI (figura 1), acrônimo para Socialização, Externalização, Combinação e Internalização de gestão do conhecimento.

Figura 1 – Espiral SECI



Fonte: Nonaka e Takeuchi [3]

É a partir do pressuposto de que a criação do conhecimento é oriunda da interação entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito que Nonaka e Takeuchi [3] postularam quatro modos diferentes de conversão de conhecimento (figura 2).

A conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito é a socialização; de conhecimento tácito em conhecimento explícito, denominamos externalização; de conhecimento explícito em conhecimento explícito, é a combinação; e de conhecimento explícito para conhecimento tácito, internalização.

Os autores Silva, Soffner e Pinhão descrevem as passagens dos modos de conversão do conhecimento. De tácito para tácito: Socialização – processo de criar conhecimento tácito comum a partir da troca de experiência. De tácito para explícito: Externalização – processo de articular conhecimento tácito em conceitos explícitos. Geralmente essa articulação é efetuada através de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos. De explícito para explícito: Combinação – processo de agregar conhecimentos explícitos, novos ou já existentes, em um sistema de conhecimento, como um conjunto de especificações para um novo produto ou serviço. De explícito para tácito: Internalização – processo de incorporar conhecimento explícito em tácito. [4] Está geralmente relacionado com aprender fazendo.

Figura 2 – Ilustração sobre tipos de conhecimento



Fonte: Nonaka e Takeuchi [3]

3. Transferência do conhecimento

De acordo com Grover e Davenport, a transferência de conhecimento está consolidando sua definição como: movimento de conhecimento entre sua origem e destino dentro de um contexto específico [5].

É importante frisar que o fluxo do conhecimento pode ocorrer entre diferentes formas emissoras, como pessoas, organizações e tecnologia. A transferência entre pessoas e máquinas envolve a externalização do conhecimento, onde as pessoas tentam codificar ou incorporar seus conhecimentos no sistema. A fonte e o

receptor estão sempre conectados através dos canais que permitem que o conhecimento seja transferido. No presente artigo, partiremos da ótica das pessoas como emissoras do conhecimento.

Para Nonaka e Takeuchi, o compartilhamento do conhecimento inclui a criação e troca de ideias, conceitos novos e por muitas vezes encadeia uma ação significativa, que seriam soluções para um problema, por exemplo [1].

Garvin explica que para aprender mais sobre o local, é preciso que o conhecimento esteja fluindo de maneira eficaz e ágil, sem perder sua eficiência. Visando isto, podemos encontrar diversos mecanismos de transferência do conhecimento, ou estratégias corporativas, como também podemos chamar, para o compartilhamento de conhecimento dentro das organizações [6]. Importante ressaltar que todas as estratégias possuem seus aspectos positivos e negativos, sobretudo quando se analisa o tipo de conhecimento envolvido (tácito ou explícito), bem como a sua forma de conversão (socialização, internalização, externalização e combinação).

Bhagat et al. [7] explica a diferença de comportamento no que diz respeito ao tipo e forma de criação do conhecimento e sua transferência. Em organizações que possuem culturas coletivistas, é possível identificar que as pessoas são mais dispostas a interpretar e absorver conhecimento tácito. Nas organizações de cultura individualista, estão mais preparados para os conhecimentos explícitos. De acordo com os autores, as organizações localizadas em contextos individualistas preferem externalização e combinação da criação do conhecimento, enquanto as organizações coletivistas preferem socialização e internalização como modos primários de criação e transferência de conhecimento.

4. Análise da organização

A empresa que foi observada atua no processo de transações por cartões, servindo de meio para realização destas e por isso,

pode ser chamada de adquirente.

As adquirentes podem atuar tanto nos meios físicos quanto nos digitais, através do e-commerce ou da venda digitada. Essa organização atua em ambos meios e fornece à parte o serviço de internet banking. Possui aproximadamente 6.000 funcionários em todo o Brasil e o seu core business está diretamente ligado ao seu desempenho atual, à constante inovação tecnológica ao relacionamento com o cliente.

Nos escritórios do Rio de Janeiro, onde fica sua sede, e em São Paulo, a empresa tem seu time de tecnologia atuando na manutenção dos produtos que já estão no mercado, no apoio às outras áreas e no desenvolvimento de novos produtos.

A observação ocorreu ao longo do primeiro semestre de 2020, focada principalmente na área de tecnologia, tanto da aquisição quanto do internet banking, observando os aspectos desfavoráveis e os propícios à luz da gestão do conhecimento.

Os colaboradores dessas áreas são constantemente estimulados pela empresa a desenvolverem novas tecnologias, novas métricas, estilos de gestão, entre outros ativos intelectuais. Muitas vezes, porém, esse conteúdo se perde. O desligamento de funcionários, mudança de área, férias e afastamentos por diversos motivos (saúde, licença maternidade) são alguns exemplos.

Quando um funcionário dessa área deixa a empresa de maneira inesperada, muito conhecimento vai embora com ele e tratando-se de um colaborador chave para a equipe e empresa, as consequências são catastróficas, pois o conteúdo necessário para o planejamento e execução das atividades essenciais do core business não foi transferido para outros colaboradores e assim, perdido. O impacto é direto na inovação, crescimento e eficiência da companhia.

Até então, não existe um plano de contingência da organização para essas ocasiões e por isso, tem sido um desafio reter o conhecimento produzido por seus funcionários.

A área estudada aloca os funcionários nos projetos de acordo com suas competências. A organização dessa área é estruturada por projetos e estes são divididos por produtos. Dessa forma, há alta disponibilidade de recursos destinados aos projetos, porém os colaboradores dedicam seu tempo a um ou mais produtos, pois o que geralmente ocorre é a disponibilização do funcionário para mais de um projeto concomitantemente, devido à sua expertise no assunto requisitado.

4.1 A Cultura Organizacional

A cultura organizacional é mais conhecida pela definição que a aborda como um conjunto de características e valores que a diferencie das demais e que sejam compartilhados por todos os níveis da empresa.

A cultura organizacional tem o potencial de tolher ou facilitar a criação de conhecimento e sua transferência dentro da organização.

A organização observada possui uma característica em sua cultura organizacional muito propícia para a estimulação da transferência do conhecimento, que é flexibilidade. Ainda, é uma empresa muito mais coletivista do que individualista, o que torna a transferência dos conhecimentos tácitos mais fácil. É através de uma cultura voltada para inovação, aberta para o diálogo, impulsionamento de novas ideias que se torna possível a troca de experiências, promovendo assim a transferência do conhecimento de maneira mais orgânica. Podemos destacar que a formação do quadro de colaboradores é majoritariamente composta por jovens, com idades variadas de 18 a 40 anos, o que facilita essa flexibilidade, informalidade, tornando suscetível a troca de conhecimentos.

De acordo com Fahey e Prusak [8], os colaboradores devem estar acessíveis para os quando necessitarem do seu conhecimento, da sua produção, independentemente da posição hierárquica que ocupa dentro da organização para que a transferência do conhecimento tácito ocorra.

Na organização em questão, todos os

colaboradores são acessíveis e por meio de uma ferramenta que serve como uma intranet, porém possui o formato de uma rede social (Facebook). Essa ferramenta possui forte aderência entre os colaboradores e por isso, é também um dos ambientes onde pode ocorrer a troca de conhecimento.

No geral, esse canal funciona muito bem entre os colaboradores, mais como uma ferramenta de comunicação do que meio para disseminar conhecimento explícito.

De acordo com Ajmal e Kosksnen em sua investigação sobre o processo de transferência do conhecimento na perspectiva da cultura organizacional baseada em projetos, para a transferência de conhecimento efetiva, é de extrema importância preparar a cultura organizacional para aceitar, adotar e utilizar novas estratégias de transferência do conhecimento [9].

5. Estratégias para retenção do conhecimento

Ao identificar que a organização já apresenta aspectos de seu clima organizacional favoráveis à estruturação de um programa de gestão do conhecimento, serão contempladas medidas de introdução e manutenção deste programa, não sendo necessário um preparatório para mudanças na cultura organizacional.

Leenders et al, que estudou a transferência do conhecimento e criatividade no time de desenvolvimento de novos produtos, explica que a frequência da comunicação dentro do time pode ser crítica e fundamental [10]. Além da frequência da comunicação, o relacionamento interpessoal entre os membros da equipe de um projeto é fundamental para eficácia na transferência do conhecimento e na sua disseminação. As equipes orientadas para valores como colaboração, cooperação, harmonia, consenso e decisões participativas conseguem construir um relacionamento interpessoal muito forte e com isso, conseguem firmar bem a transferência do conhecimento, a ponte entre a fonte e o receptor do conhecimento, de

acordo com Joshi et al [11].

A frequente comunicação ajuda a construir e a manter o capital social incluso no relacionamento dos membros da equipe.

Foram pensadas ações que disseminem a cultura de novas práticas para retenção do conhecimento, visando a eficácia da transferência do conhecimento e sua gestão para execução a longo prazo.

Objetivando impulsionar a criação de conteúdos já existentes, será inaugurado um canal que funcione como uma enciclopédia colaborativa para cada produto, projeto, onde os funcionários possam consultar, acrescentar e editar seus conteúdos, sendo assim possível compartilhar e transferir o conhecimento de forma estruturada. Nesta ação, de acordo com a espiral SECI (figura 1), apresentada por Nonaka e Takeuchi, podemos ter a externalização, onde ocorre a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito e a combinação, que é a conversão do conhecimento explícito em conhecimento explícito. Paralelo a essa construção de conhecimento explícito de forma colaborativa, será necessário gerenciar todo o conteúdo gerado. Este ficará disponível para acesso, consulta e contribuição online.

Em busca da promoção da socialização, isto é, a criação de conhecimento tácito a partir da troca de experiência, e tendo em vista a predisposição já existente na cultura da organização para trocas, criar um ambiente propício e um momento com periodicidade semanal para que possam ser compartilhadas todas as trocas que ocorreram entre pares e demais grupos durante a semana. Esse câmbio de experiências deve estar na lista de prioridades da empresa para garantir a retenção do conhecimento produzido e sua transferência.

Como medida estratégica em relação a busca de novos conteúdos e visões externas, pode-se adotar programas com a parceria de institutos de pesquisa e universidades renomadas, trazendo para dentro da empresa alunos e pesquisadores expoentes. Essa medida deve ser adotada após a estruturação

do programa de gestão do conhecimento na empresa.

Com o objetivo de instaurar a eficiência na retenção do conhecimento dentro da área de tecnologia da organização e embasado na literatura apresentada, será exposto o conjunto das ferramentas, técnicas e práticas conhecidas pelo mercado e distinguir-se-á aquelas mais adequadas ao contexto da organização e da área em questão.

5.1 Ferramentas

Entende-se por ferramenta mecanismos intelectuais ou físicos, utensílios ou dispositivos. Na figura 3, encontram-se listadas as ferramentas que podem ser empregadas na gestão do conhecimento como instrumentos conversores e transmissores.

Figura 3 – Ferramentas encontradas na literatura.

Ferramentas eletrônicas de comunicação e colaboração
Sistemas de inteligência de negócios
Biblioteca de Documentos
Eletronic document management (EDM)
Software colaborativo
Sistemas de Gestão Eletrônica de Documentos (GED)
Sistemas de descoberta de conhecimento
Sistemas de captura de conhecimento
Sistemas de compartilhamento de conhecimento
Sistemas de aplicação de conhecimento

Fonte: Adaptado Batista Neto [12]

Tendo em vista a cultura organizacional da empresa, da área em questão e suas necessidades, foi possível identificar quais ferramentas poderiam ser bem aplicadas para os resultados sejam eficazes.

As ferramentas eletrônicas de comunicação e colaboração se encaixam nesse tipo de organização por sua mobilidade e versatilidade, garantindo que os funcionários continuem a troca de informações e conhecimentos mesmo fora do ambiente de

trabalho.

São ferramentas colaborativas aplicadas à gestão do conhecimento Trello, Toggl, Jira e

como ferramentas de comunicação, podemos colocar àquelas que possuem viés mais corporativas o Slack, Google Meets e mais informal o Whats app, Telegram.

Com a utilização dos Sistemas de Gestão Eletrônica de Documentos (GED), organização reduz a utilização de papel, o gerenciamento desses ativos informacionais físicos, aumentando assim sua produtividade. A partir de um conjunto de módulos interligados, esses sistemas entregam o gerenciamento dos documentos de maneira integrada, visto que conseguem gerir arquivos de diversos formatos: imagens, áudios, planilhas, arquivos de texto, imagens, entre outros. Ainda, é possível coletar assinatura e enviar a terceiros, agregando segurança e validade jurídica.

5.2 Técnicas

Técnica pode ser definida como uma maneira de realizar ações ou um procedimento visando alcançar um determinado resultado. Na figura 4, encontra-se uma tabela com a lista das técnicas encontradas na literatura estudada.

Figura 4 – Técnicas encontradas na literatura.

Banco de Discussões/Conhecimento
Repositórios do conhecimento
Cenários e Simulações
Comunidade de prática
Redação e armazenamento de relatórios
Leitura e estudo de relatórios de avaliação
Interações entre indivíduos na empresa
Fórum de discussões
Coaching e mentoring
Benchmarking interno e externo
Registro de lições aprendidas
Avaliação Após Ação
Espaços Físicos de Colaboração

Fonte: Adaptado Batista Neto [12]

Das técnicas acima reunidas, destacam-se

algumas passíveis de aplicação e aprimoramento tendo em vista a cultura organizacional da empresa e da área analisada. O banco de discussões, repositórios do conhecimento, comunidade de prática, mentoring e espaços digitais de colaboração podem ser aplicados na empresa. Algumas técnicas já existentes não estão sendo aplicadas devidamente, portanto serão aprimoradas. São estas: os espaços físicos de colaboração, registro das lições aprendidas, benchmarking interno e externo.

5.3 Práticas

A prática é tudo que se consegue executar, realizar. É uma ação desempenhada com a aplicação de conhecimentos. Na figura abaixo, encontram-se listadas as práticas encontradas na literatura estudada.

Figura 5 – Práticas encontradas na literatura.

Brainstorming
Auditoria ou workshop pós-projeto
Revisão crítica dos conhecimentos explícitos de projetos passados
Treinamentos presenciais
Autodidatismo dos funcionários
Compartilhamento de experiências
Portais Corporativos
Agrupamento de Conhecimento
Assistência de Pares
Enciclopédia Colaborativa

Fonte: Adaptado Batista Neto [12]

O Brainstorming é uma prática comum, mais utilizada em empresas jovens que lidam diretamente com processos criativos. É uma dinâmica bem empregada em situações específicas, como o desenvolvimento de novos produtos, projetos, processos, para solução de problemas específicos ou até mesmo para estimular a criatividade. É algo já realizado dentro da organização, porém carece de uma estruturação e de documentação.

A enciclopédia colaborativa, ou Wiki dos projetos será implementada almejando o registro dos conhecimentos gerados e

convidando a colaboração dos funcionários. Todo artigo terá a ficha técnica, a autoria e coautoria, mostrando o que foi editado e por quem. Os conteúdos criados e editados deverão antes passar pela revisão de uma equipe responsável pelo conteúdo.

Ocorre nessa prática a externalização e o compartilhamento desse conteúdo de maneira acessível a todos os funcionários inseridos nos projetos da área de tecnologia da organização estudada.

O compartilhamento das experiências é uma prática essencial para que ocorra a transferência do conhecimento tácito na empresa. Ocorre nesta prática a socialização, seguindo o modelo exposto por Nonaka e Takeuchi [1]. É um momento destinado para que aqueles que estão com o conhecimento em voga possam transmiti-lo, observando se a linguagem utilizada está adequada para os receptores.

O momento do compartilhamento das experiências pode estar alocado, por exemplo, no final de uma reunião semanal ou quinzenal, dando preferência para que esta seja presencial.

Através do benchmarking interno e externo e do autodidatismo dos funcionários pode-se obter a internalização dos conhecimentos. O benchmarking consiste na observação dos processos e seus resultados, podendo ser interno, ou seja, dentro da organização ou externo, fora da mesma. Esta prática é de grande importância para a replicação da gestão do conhecimento na empresa, sendo a organização um observador ou até mesmo ser o observado. Já o autodidatismo dos funcionários entrega aprendizado e desenvolvimento aos mesmos, cabendo a empresa ocasionar os estímulos necessários para que essa prática ocorra de fato. Este é um exercício comum na área tecnológica e primordial na organização, tendo em vista sua necessidade para as atividades-chave do setor tecnológico, porém é preciso que a organização esteja estimulando continuamente essa prática, concedendo tempo suficiente aos funcionários.

6. Considerações finais

O presente artigo teve como objetivo trazer para análise estratégias eficientes para a transferência do conhecimento em empresas que atuam na área tecnológica, considerando suas características e seus gargalos. Ainda, foi possível através de uma análise na área tecnológica de uma organização, destacar uma combinação de práticas, ferramentas e técnicas que implicam na gestão do conhecimento para aplicação e aprimoramento, visando otimizar processos e reduzir retrabalho.

É importante observar que no caso da organização observada, a cultura organizacional já está voltada para a colaboração, o que facilita a aplicação. Na cultura organizacional em questão, os relacionamentos são fluidos, há o combinado e o acordo ao invés do controle, o trabalho possui significado e as reuniões tem o intuito de serem espaços para cocriação no lugar das reuniões de alinhamento. Muitas das técnicas, práticas e ferramentas apresentadas no presente artigo têm como requisito o trabalho coletivo, exigindo dos funcionários a cocriação, o compartilhamento de seus conhecimentos com seus pares, equipes e construindo assim uma rede de conhecimentos. Certamente seria mais difícil a aplicação em organização cuja cultura organizacional fosse mais individualista. Esta seria uma barreira para a implementação das ferramentas que estimulam e entregam a transferência do conhecimento e sua gestão como resultado, mas não seria impossível.

Cabe destacar a importância da presença do compartilhamento do conhecimento não só em apenas uma área específica da empresa, mas sim em todas as áreas da organização. O presente artigo focou no reforço e aplicação dentro da área tecnológica da organização estudada como uma iniciação. O molde aqui apresentado consiste em identificar na literatura ferramentas, técnicas e práticas de gestão do conhecimento e posteriormente, verificar a pertinência e aplicação, de acordo com a área e a organização na qual se almeja aplicar a gestão do conhecimento. Este molde

pode ser replicado em qualquer área e organização, mas o ideal é que seja aplicado inicialmente na área central, de maior importância para o core business do negócio, pois este sentirá o maior impacto e deverá servir de exemplo para as outras áreas.

Recomendam-se estudos que exemplifiquem como a organização pode estimular seus funcionários a buscar o conhecimento, como exemplo, o autodidatismo, e a compartilha-lo, como o compartilhamento de experiências, visto que essas práticas tem impactos fundamentais na aquisição e compartilhamento do conhecimento. Ainda, um estudo sobre a replicação do modelo aqui apresentado em outras empresas que não possuam traços de cultura organizacional coletivista, com o intuito de validar a sugestão de método para escolha do conjunto de técnicas, ferramentas e práticas aqui apresentado.

7. Referências

- [1] NONAKA; I.; TAKEUCHI, H. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. 9. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [2] DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- [3] TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. Gestão do conhecimento. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- [4] SILVA, Ricardo Vidigal da; SOFFNER, Renato; PINHÃO, Carlos. A Gestão do Conhecimento. In: SILVA Ricardo Vidigal; NEVES, Ana. Gestão de Empresas na Era do Conhecimento. São Paulo: Editora Serinews, 2004.
- [5] GROVER Varun; DAVENPORT, Thomas H. General Perspectives on Knowledge Management: Fostering a Research Agenda. *Journal of Management Information Systems*, 2001.
- [6] GARVIN, D. Building learning organization in BARTLETT, C.; GHOSHAL, S. *Transnational Management: Text, Cases, and Readings in Cross-border Management*. 3 ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.
- [7] BHAGAT, Rabi S. KEDIA, Ben L., HARVESTON Paula D., TRIANDIS, Harry C. Cultural variations in the cross-border transfer of organizational knowledge: An Integrative Framework. *The Academy of Management Review*, 2002.
- [8] FAHEY, L.; PRUSAK, L. The eleven deadliest sins of knowledge management. *California Management Review*, v. 40, n. 3, 1998.
- [9] AJMAL Mian M. M., KOSKINEN, Kaj U. Knowledge transfer in Project-Based Organizations: An Organizational Culture Perspective. *Project Management Journal*, 2008.
- [10] LEENDERS, Roger, Jo M. L. Van ENGELEN, J. KRATZER, Jan. Virtually, communication, and new product team creativity: a social network perspective, *Journal of Engineering and Technology Management* 10 (2003) 69-92.
- [11] JOSHI, K., SARKER, S., SARKER, S. Knowledge transfer within information systems development teams: Examining the role of knowledge source attributes. *Decision Support Systems*, 2007.
- [12] BATISTA NETO, Antônio P. Gestão do conhecimento aplicada à gestão de projetos: uma análise em empresas de desenvolvimento de software.



A comunicação como ferramenta de gestão de recurso humano em uma reestruturação Corporativa

LEONCIO, Phelipe, CUNHA, Pedro

Núcleo de Pesquisa em Planejamento e Gestão – NPPG – UFRJ - Centro de Tecnologia – Rio de Janeiro, Brasil.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 09 Jul 2020

Revisão: 12 Jul 2020

Aprovação: 13 Jul 2020

Palavras-chave:

Comunicação;

Gestão de Recursos;

Reestruturação Corporativa;

Resumo:

A Comunicação e a integração entre os indivíduos representam a essência do desenvolvimento não só para o ser humano como também para uma estrutura organizacional, já que a comunicação é um processo social considerado fundamental. A comunicação não se resume apenas com a mensagem enviada, ela compreende tudo aquilo que o outro compreende do que foi dito. Com o constante avanço da tecnologia é necessário dar ainda mais importância ao plano de gerenciamento da comunicação, é fundamental que esse plano seja elaborado e conduzido conforme as boas práticas de gestão. As literaturas atuais citam que a principal causa do insucesso de um Projeto é a comunicação, sendo citada por 64% das organizações que não tiveram sucesso. No que concerne a uma reestruturação corporativa, quando o projeto possui uma boa ou má gestão da comunicação, os impactos são da mesma magnitude. Principalmente nos dias de hoje que, existem vários meios de comunicações instantâneas, o que faz potencializar os impactos. Caso haja alguma falha, ausência ou até mesmo atraso na comunicação, este processo poderá impactar a entrega do Projeto. E como a comunicação está diretamente ligada à produtividade das pessoas que são responsáveis pelos processos, ter problema na comunicação é capaz de comprometer todo Plano de Gerenciamento de um Projeto. Este artigo demonstra a importância do gerenciamento da comunicação, a comunicação como ferramenta de gestão de recursos e busca como minimizar os problemas da comunicação em uma reestruturação Corporativa.

1. Introdução

Uma das áreas de conhecimento listada pelo Project Management Institute - PMI [1], que também é muito buscada dentro das organizações e de qualquer projeto é a comunicação. Ao passar dos anos, as formas de comunicação também vêm se

transformando, reflexo dos avanços tecnológicos.

A comunicação está muito além do fato de saber dizer alguma coisa a um terceiro. Ela é útil para que a pessoa que está recebendo a informação, chamada de receptora, entenda a real mensagem, sem que fique nenhum tipo de má interpretação. É dever do emissor

assegurar que sua mensagem será entendida de forma objetiva. Mas, por que isso é tão importante para os projetos?

Quando uma orientação ou uma informação importante para a equipe de projeto é enviada pelo canal inadequado ou é mal transmitida, por consequência, a mensagem não será compreendida de forma adequada. Uma informação mal transmitida poderá impactar negativamente o atendimento aos colaboradores, clientes e fornecedores, além de interferir nas relações interpessoais de colegas de trabalho, o que gerará um clima desagradável entre a equipe.

Este artigo tem o objetivo de demonstrar como a comunicação é importante para o desenvolvimento do projeto, quais as melhores formas de comunicação devem ser usadas em cada ambiente e circunstância, assim como contextualizar a comunicação e principalmente demonstrar aos participantes a importância de uma comunicação clara e eficaz.

2. Visão Geral da Comunicação

A comunicação, desde os primórdios, é uma ferramenta de integração e instrução entre as pessoas em quaisquer atividades realizadas. Além disso, para a sociedade primitiva, a evolução era primordial para sua prosperidade e sobrevivência. E neste período de evolução tiveram os principais destaques abaixo:

2.1. Era dos Símbolos e Sinais

Cerca de 90 mil anos atrás, os seres humanos não falavam. Nesta era, utilizavam gestos, sons e alguns outros sinais padrões, os quais eram passados para suas próximas gerações para que pudessem viver como uma sociedade. Sendo esta a razão da troca de informações ser muito imprecisa e lenta.

2.2. Era da impressão

O inventor alemão Johann Gutenberg desenvolveu uma prensa gráfica que permitia a reprodução de livros em massa. Essa invenção permitiu a mudança da forma de desenvolvimento e construção da nossa cultura, pois iniciava-se a organização de

empresas de comunicação, indústria livreiras e imprensa (jornais e revistas).

2.3. Era da Comunicação de Massa

Esta era iniciou no século XIX, com jornais, além do aparecimento das mídias eletrônicas, sendo destinada ao grande público.

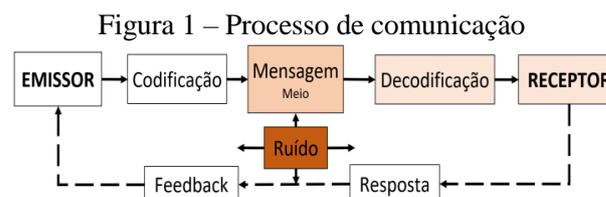
2.4. Era dos computadores ou era da informação

Esta era da informação teve início após a era industrial, na década de 1980, com invenções tais como o microprocessador, internet, fibra óptica e o computador pessoal.

A evolução da comunicação, passou por várias eras de forma contínua e continuará passando por transformações. Ainda assim, mesmo no século XXI é possível perceber a dificuldade de fazer uma comunicação precisa e objetiva, pois com o passar dos anos, ocorre também as peculiaridades e capacitações do ser humano devido aos novos entrantes deste processo, como por exemplo a tecnologia e a evolução do entendimento humano.

3. O processo de comunicação

Segundo Kotler e Keller [3] um processo de comunicação pode ser representado pelo modelo emissor-receptor da Figura 1.



Fonte: Kotler e Keller (p.536) [3]

O emissor emite uma mensagem para o receptor. Como é o componente que dá origem à comunicação, o emissor conhece o que quer ser transmitido e por isso deve codificá-la para que seja transmitido por meio do canal de comunicação adequado.

A codificação é a tradução da mensagem ou de ideias para uma linguagem comum para ambos, emissor e receptor.

O receptor é o destinatário da mensagem e que interpreta a informação. Se a percepção

da mensagem que lhe foi transmitida acontecer como o emissor pretendia, o processo de comunicação teve sucesso. Para facilitar a compreensão, convém que o receptor tenha familiaridade do com os tópicos da mensagem e com o canal escolhido para a transmissão da informação.

4. Canais de Comunicação

A comunicação possui vários canais para que a informação seja transmitida, e cada canal possui suas particularidades, vantagens e desvantagens. Dentre os mais utilizados em um projeto são: os orais, escritos e eletrônicos.

A comunicação oral acontece através de uma simples conversa instrutiva, telefonemas ou até mesmo reuniões. Há interação entre o emissor e o receptor é boa, quando o feedback é imediato, possibilitando oportunidades de debate. Mas, se não tiver registro da comunicação oral, como por exemplo, elaboração de uma Ata de reunião ou uma gravação do que foi discutido, praticamente, todo o avanço do aprendizado, o que ficou acordado e o plano de ação atual, poderão ser perdidos com o passar do tempo e isso dificultará o gerenciamento do projeto.

A comunicação escrita é a que aparece em qualquer texto, seja em um e-mail, memorial descritivo, manuais ou livros. E esta forma é excelente para o gerenciamento, visto que os registros facilitam as consultas durante e após o projeto. Entretanto, não é possível garantir o total controle de quem recebeu a mensagem, ou até mesmo, se os que receberam compreenderam na íntegra todo o conteúdo transmitido.

A comunicação por meios eletrônicos possibilita a transmissão de um grande volume de informações de maneira muito mais rápida. Como exemplo desse canal de comunicação, podemos citar o: e-mail, internet e o celular.

5. Desafios de Comunicação para os Gerentes

Os gerentes de projetos precisam

obrigatoriamente interagir com as suas equipes, fornecedores e clientes. Ou seja, um grupo diversificado, o que forçará a usar canais de comunicação diferentes. Além disso, terá a necessidade de ter um plano de comunicação otimizado para cada um dos seus *stakeholders*.

A comunicação é uma habilidade e como qualquer habilidade, precisa ser desenvolvida com a prática e aprimoramento contínuos, para que as tarefas e os desafios do gerenciamento de projeto sejam realizados com sucesso.

De maneira geral, o gerente de projeto deve estar atento nas inúmeras variáveis que podem comprometer o processo de comunicação.

Uma das variáveis que é importante dar atenção é que cada indivíduo e cada equipe de trabalho possuem um grau de habilidade, maturidade e um nível de conhecimento técnico diferente. E esses elementos, interferirão diretamente na dinâmica do gerenciamento.

Além destes fatores listados acima, destaca-se também que o próprio ambiente de trabalho pode gerar barreiras para a realização do ciclo do processo da comunicação, pois a comunicação também é ativa fora de ambientes profissionais.

Com base na pesquisa de 2014 realizada pela PMSurvey (setor de pesquisa organizada voluntariamente pela Project Management Institute - PMI [2], 64,2% dos problemas mais frequente em projeto são de comunicação e 44% das principais deficiências dos gerentes de projetos nas organizações, são com relação a comunicação. E como todo projeto e processos são realizados por pessoas que utilizam a comunicação como sua principal ferramenta para cumprir as tarefas estabelecidas, percebe-se a importância desta área de conhecimento para um projeto. Sendo assim, convém aplicar as metodologias corretas para elaboração do plano e gerenciamento da comunicação, visto que a falta da metodologia adequada ou a ausência de uma metodologia pode comprometer o resultado do projeto por completo.

6. O gerenciamento da Comunicação em Projetos

O gerenciamento da comunicação de um projeto é composto por um grupo de processos necessário para garantir que as informações do projeto sejam eficazes para todos os *stakeholders*, antes, durante e após a entrega do projeto.

O grupo de processos de comunicação deve ser otimizado para cada tipo de projeto ou ambiente organizacional no qual o projeto agregará valor. Além da necessidade de estar convergente com a característica do projeto e com estrutura organizacional da empresa.

A estrutura organizacional é a forma como uma organização está planejada para sua operação de acordo com a sua hierarquia. Ela define a estratégia de como é feita a gestão e o gerenciamento das suas atividades e a comunicação entre os seus departamentos, visando atingir seus objetivos estratégicos.

A estrutura organizacional de uma corporação inclui sua departamentalização, ou seja, a divisão da organização por setores, assim como as relações hierárquicas entre eles. O conceito de estrutura organizacional não é, portanto, sinônimo nem de departamentalização nem de hierarquia isoladamente, mas sim uma combinação entre eles. Essa definição corresponde a uma estrutura organizacional formal, que é aquela que é planejada pelos gestores de acordo com as demandas da empresa. A representação gráfica da estrutura organizacional formal é feita por meio do organograma. E, além da estrutura organizacional formal, as empresas também costumam ter estruturas organizacionais informais. Que é estabelecida por meio das relações interpessoais. Ela não é oficial e não define a interação entre os setores, refletindo apenas as ligações espontâneas que se formam entre os colaboradores.

A estrutura organizacional precisa ser dinâmica e otimizada para o tipo de negócio que a corporação atua e ser atualizada periodicamente a fim de constatar se a revisão atual colabora para minimizar gastos e

maximizar os resultados da corporação.

Caso na avaliação periódica da estrutura organizacional seja desfavorável aos objetivos de médio e longo prazo da organização, é indicado pelos especialistas fazer um projeto de reestruturação da organização. E este tipo de projeto é abrangente, pois não se restringe apenas a mudança de números de funcionários. Este tipo de projeto vai muito além deste cenário, visto que pode fazer parte do escopo do projeto aspectos físicos de layout, técnicos, administrativos, humanos, financeiros, jurídicos e econômicos. Ou seja, impacta os principais setores de uma estrutura organizacional de uma corporação. Sendo assim, é altamente recomendado ter um bom planejamento para um projeto de reestruturação corporativa, desde a idealização do projeto até a entrega. E que essas entregas ocorram de maneira gradual, fase por fase, para garantir que cada etapa seja consolidada, antes do início da próxima fase.

Mudanças no mercado acontecem a todo momento e hoje em uma velocidade muito intensa, e que por muitas vezes é difícil acompanhar. Este ciclo vem sendo cada vez menor. E por este motivo a necessidade de se atualizar sempre, para não ficar para trás e perder a fatia que lhe pertence.

Por isso muitas vezes para lidar com as mais diversas situações impostas pelo mercado, se faz necessário investir em uma reestruturação empresarial, principalmente se a empresa estiver há muito tempo no mercado.

Em todo processo de mudança organizacional um dos maiores obstáculos a ser superado é a cultura dominante na organização. Por mais maduras que as pessoas estejam sobre a necessidade de promover uma mudança, elas serão resistentes a qualquer mudança, porque estarão aculturadas ao modelo dominante.

A cultura é resultado de um modelo mental, portanto é preciso transformar a mente das pessoas. Por isso, o plano de reestruturação organizacional precisa conter uma estratégia de transformação cultural, que será implementada antes que as transformações objetivas da estrutura sejam

iniciadas, através de uma ferramenta fundamental para qualquer projeto, a comunicação.

O processo de comunicação deve se ajustar para o ambiente organizacional no qual o projeto está inserido e ao tipo ou natureza de cada empreendimento que está sendo desenvolvido. A diversidade de características dos projetos de engenharia, desenvolvimento ou implantação de sistemas, reengenharia de processos, entre outros, apresenta requisitos e comportamentos específicos que devem ser considerados no gerenciamento da comunicação.

Compreender a intensão de um projeto é o fator-chave que pode determinar o sucesso ou o insucesso mesmo. A compreensão equivocada ou mesmo a compreensão parcial dos objetivos de um projeto certamente significará, ao final, fracasso ou insatisfação com resultados além do esperado. A adequada comunicação em gerenciamento pode evitar esses cenários indesejados, pois envolve os membros da equipe e as partes interessadas. Com isso é possível uma adequada compreensão da finalidade, características, objetivos e implicações técnicas e políticas do projeto, de forma a tornar sua execução dirigida para os objetivos propostos em sua definição.

Boa compreensão significa boa comunicação, uma característica essencial nas relações humanas na busca de melhores resultados para a organização. *Quinn* [4] pontua alguns modelos gerenciais, dentre eles o que serve como pilar para gerenciar um projeto de reestruturação organizacional é o modelo das relações humanas que, enfatiza participação, abertura e compromisso.

O modelo das relações humanas enfatiza a figura do gestor, importante em uma organização e figura essencial no gerenciamento de projetos. As principais atitudes do mentor lembradas pelo autor dizem respeito à compreensão de si mesmo e dos outros, à prática de uma comunicação eficaz e ao desenvolvimento individual de empregados. E o autor lembra, como atitudes fundamentais:

1. Fomente os esforços coletivos, promova

a coesão e o trabalho em equipe e administre conflitos interpessoais;

2. Fazer intervenção em disputas interpessoais com o uso de técnicas de soluções de conflitos;

3. Escutar, apoiar reivindicações legítimas, transmitir apreciação e distribuir elogios e reconhecimentos;

4. Contribuir para o aprimoramento contínuo, proporcionando oportunidades de treinamento e planejando para o desenvolvimento individual dos colaboradores e da equipe.

Ora, todas as iniciativas citadas necessitam de uma comunicação eficaz por parte dos gerentes para que realmente surtam o efeito desejado.

O PMSurvey [2], na edição de 2014, houve a participação de 400 organizações de 9 países. Sendo Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, França, México, USA e Uruguai. Nesta pesquisa, abordou alguns aspectos importantes para identificar o alinhamento das organizações às melhores práticas em gerenciamento de projetos. Entre as respostas dadas pelos gerentes, três delas merecem um destaque para uma associação entre a comunicação como uma ótima ferramenta de gestão de recursos humanos e de projetos:

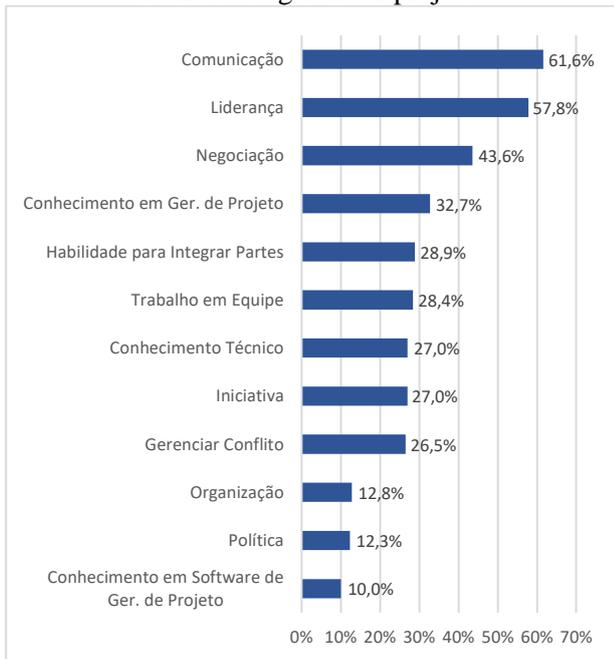
1. Principais habilidades necessárias e valorizadas ao gerenciar projetos nas organizações;

2. Principais deficiências dos gerentes de projetos nas organizações;

3. Problemas mais frequentes em projetos;

A principal habilidade necessária e valorizada ao gerenciar projetos foi a comunicação, totalizando 61,6% das respostas por parte das organizações, conforme figura 2.

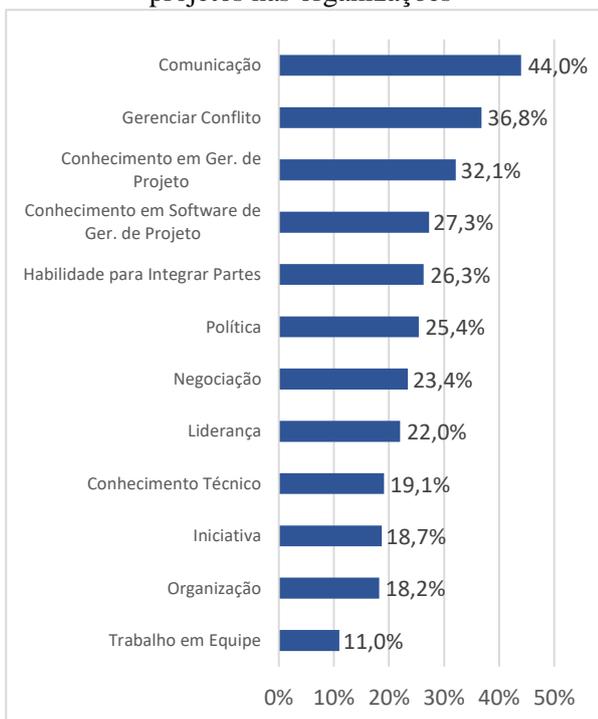
Figura 2 – A principal habilidade necessária e valorizada ao gerenciar projetos



Fonte: PMSurvey (2014, p.76) [2]

Certamente essa habilidade se destaca porque a principal deficiência dos gerentes de projetos é a comunicação, totalizando 44,0% das respostas por parte das organizações, como visto na figura 3.

Figura 3 – Principal deficiência dos gerentes de projetos nas organizações

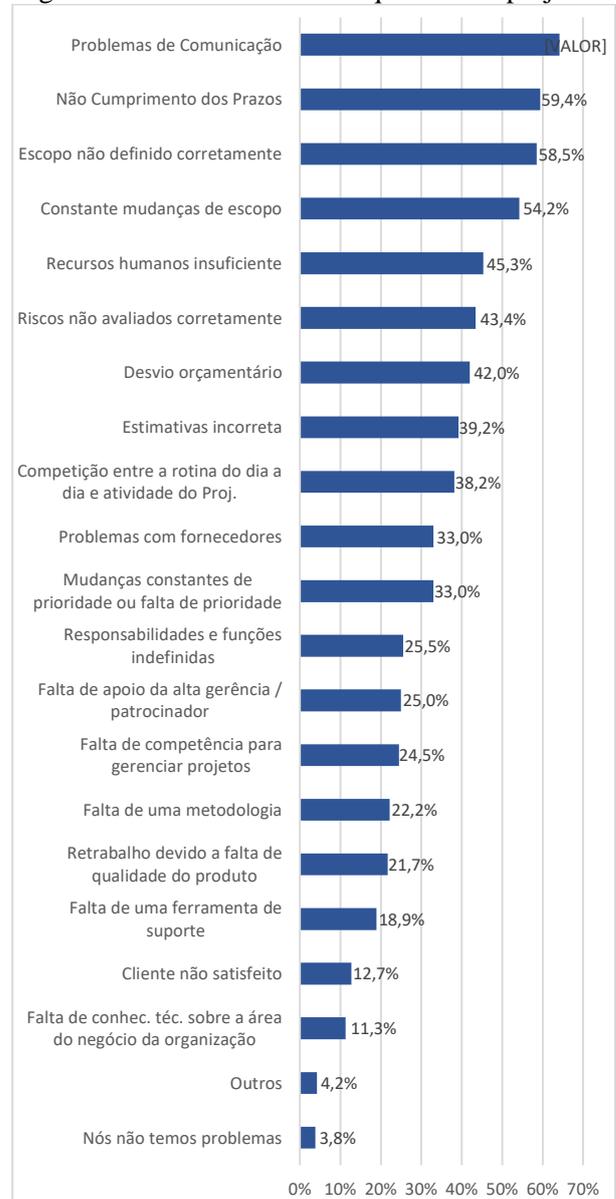


Fonte: PMSurvey (2014, p.77) [2]

Como decorrência, o problema mais

frequente em projetos foi relativo à comunicação, totalizando 64,2% das respostas por parte das organizações, como mostra a figura 4.

Figura 4 – Problemas mais frequentes em projetos



Fonte: PMSurvey (p.94) [2]

É importante perceber que as principais respostas mostradas na figura 4; têm uma relação direta com os problemas de comunicação e muitas vezes decorrem deles, como por exemplo, mudança ou falta de prioridades, não cumprimento de prazos, escopo não avaliados corretamente, entre outras.

Com base nestas pesquisas, podemos

observar que além do impacto direto no clima organizacional, há um outro impacto bem significativo para qualquer corporação, que é o custo.

Uma pesquisa realizada no ano passado pela revista britânica *The Economist* [5], intitulada *Communication barriers in the modern workplace* (Barreiras de comunicação no ambiente de trabalho moderno, em uma tradução livre), atesta que as falhas de comunicação causam problemas para a produtividade e para a saúde de colaboradores. O levantamento foi feito com 403 executivos dos Estados Unidos divididos pelo porte das empresas em que atuam.

Segundo o resultado da pesquisa, 44% dos entrevistados relatam que a falta de comunicação causou atrasos ou falhas na conclusão de projetos. Quanto ao impacto direto nos negócios, 18% afirmam que as falhas levaram à redução das vendas. Problemas de comunicação também contribuíram para estresse de 52% e quanto a desmotivação, cerca de 31% dos entrevistados falaram que se sentem impactados neste quesito.

A solução para o engajamento dos profissionais na otimização da comunicação interna vai muito além de cartilhas de atuação ou canais modernos. Segundo a mesma pesquisa, algumas medidas devem ser adotadas por líderes de todas as áreas para melhorar a qualidade do relacionamento organizacional. A pesquisa mostra que 78% dos entrevistados acreditam que ter objetivos mais claros em reuniões teria um impacto significativo nas mensagens corporativas. Do total, 63% desejam um leque mais amplo de ferramentas de comunicação interna e 62% acreditam na importância dos treinamentos e capacitações para melhorar o entendimento de instruções de trabalho e mensagens institucionais.

O estudo da *The Economist* ainda traz uma reflexão sobre a aceitação de determinados canais de comunicação de acordo com o nível hierárquico e até pela faixa etária do colaborador. Isso mostra a importância do trabalho estratégico do profissional de comunicação interna que

deseja implementar ações eficientes com foco em performance e resultados, devendo se atentar para o papel dos treinamentos de lideranças para comunicação direta interpessoal e de se conhecer o público-alvo das mensagens para se definir o melhor plano de ação.

Esses indicadores sobre os impactos de uma comunicação ineficaz são ainda mais alarmantes pois eles se refletem diretamente em custo para a organização. Principalmente devido ao aumento no *turnover* dos funcionários e baixa produtividade dos colaboradores.

Em um estudo feito pelo Centro de Progresso Americano [6], o custo de perder um funcionário e substituí-lo varia de 16,1% a 21,4% do salário anual do colaborador, dependendo do cargo que ele ocupa e do salário anual que ganha.

Em um artigo da *Holmes Report* [7] é relatado que a falta de comunicação diante de um projeto de reestruturação organizacional pode gerar um aumento de 42% na má conduta dos colaboradores, afetando diretamente a produtividade da companhia.

Para mitigar os riscos, minimizar os impactos apontados e aumentar a probabilidade do sucesso de um projeto de reestruturação organizacional, se faz necessário o desenvolvimento do gerenciamento das comunicações do projeto.

O plano de gerenciamento das comunicações estabelece, realiza, monitora e controla o fluxo de informações durante todo o ciclo de vida do projeto. Sendo assim, é importante que todas as comunicações em projetos sejam realizadas segundo processos organizados e disciplinados, capazes de gerar informações claras e completas, colocadas nos momentos adequados à disposição das pessoas certas, para que realizem suas tarefas como estabelecidas no plano definido.

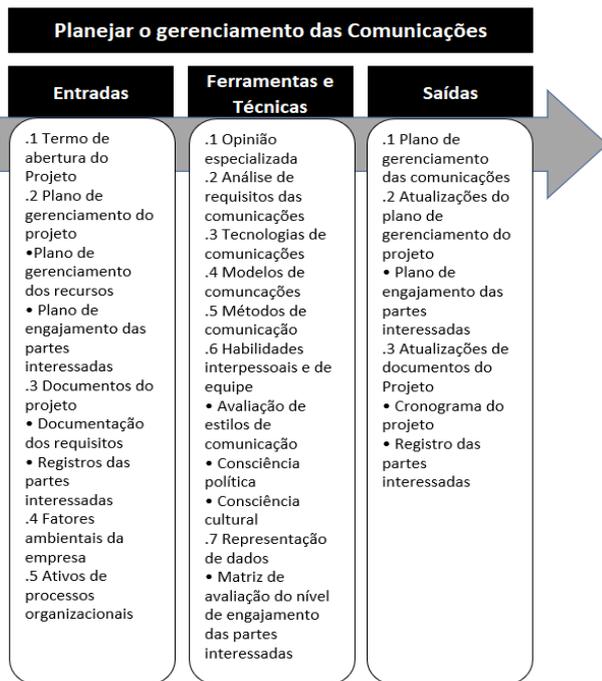
Segundo o PMI [1], o gerenciamento das comunicações de projeto é dividido nos seguintes processos:

1. Planejar o gerenciamento das comunicações;

2. Gerenciar as comunicações;
3. Monitorar as comunicações;

No processo de planejamento do gerenciamento das comunicações, segundo o PMI [1], o processo de determinar as necessidades de informação das partes interessadas no projeto e definir uma abordagem de comunicação para cada *stakeholders*, de acordo com as necessidades do projeto. O principal valor deste processo é uma abordagem formal que permite registro para futuras consultas. Este processo precisa ser atualizado periodicamente ao longo do ciclo de vida do projeto, conforme necessário. As entradas, ferramentas e saídas desse processo estão ilustradas na Figura 5.

Figura 5 - Planejar o Gerenciamento das Comunicações: Entradas, Ferramentas e Técnicas e Saídas

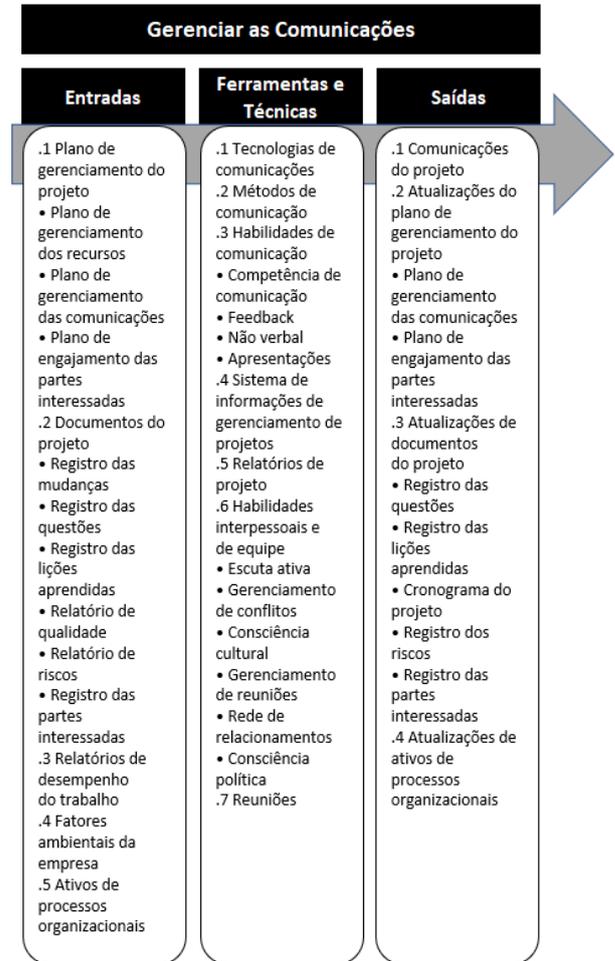


Fonte: PMI (p.402) [1]

No processo de gerenciamento das comunicações, segundo o PMI [1], é o processo que assegura e gerencia os dados de comunicação durante o ciclo de vida do projeto. O principal valor desse processo é que possibilita um fluxo de informações planejado eficiente entre a equipe do projeto e as partes interessadas, incluindo escolha de

tecnologias, métodos e técnicas apropriadas. As entradas, ferramentas, técnicas e saídas desse processo estão ilustradas na Figura 6.

Figura 6. Gerenciar as Comunicações: Entradas, Ferramentas e Técnicas e Saídas.



Fonte: PMI (p.415) [1]

No processo de monitoramento das comunicações, segundo o PMI [1], é o processo que garante as necessidades de informação do projeto e de suas partes interessadas sejam atendidas. O principal valor deste processo é o fluxo otimizado de informações, conforme definido no plano de gerenciamento das comunicações e no plano de engajamento das partes interessadas. Este processo é realizado ao longo do projeto. As entradas, ferramentas e técnicas e saídas desse processo estão ilustradas na Figura 7.

Figura 7. Monitorar as Comunicações: Entradas, Ferramentas e Técnicas e Saídas.



Fonte: PMI (p.424) [1]

Como o processo de monitoramento é muito dinâmico, devido a velocidade das transmissões das informações. É muito importante mapear os principais riscos e urgência da mensagem a ser transmitida.

Os fatores que podem afetar a escolha da tecnologia de comunicação segundo PMI [1]:

1. Urgência da necessidade de informações: A urgência, a frequência e o formato das informações a serem comunicadas podem variar de acordo com o projeto e nas diferentes fases de um projeto.
2. Disponibilidade e confiabilidade da tecnologia: A tecnologia necessária para distribuição de artefatos de comunicações do projeto deve ser compatível, disponível e acessível para todas as partes interessadas ao longo do projeto.
3. Facilidade de uso: A escolha de tecnologias de comunicações deve ser adequada para os participantes do projeto e eventos de treinamento adequados devem ser planejados, quando apropriado.

4. Ambiente do projeto: Se a equipe se reunirá e operará presencialmente ou em um ambiente virtual; se estará localizada em um ou múltiplos fusos horários; se usará múltiplos idiomas nas comunicações e finalmente, se existem quaisquer outros fatores ambientais do projeto, tais como diversos aspectos culturais, que poderiam restringir a eficiência da comunicação.

5. Sensibilidade e confidencialidade das informações: Alguns aspectos que devem ser considerados:

- a. Se as informações que serão comunicadas são delicadas ou confidenciais. Neste caso, podem ser necessárias medidas de proteção adicionais.
- b. Políticas de mídias sociais para funcionários de forma a garantir comportamento apropriado, segurança e a proteção de informações proprietárias.

Desta forma, percebe-se que a comunicação é a principal causa de fracasso de um projeto, principalmente em um projeto de reestruturação organizacional, devido a diversas incertezas que podem afetar o emprego de diversas pessoas.

Como é destacado pelo PMI [1], para o gerenciamento da comunicação em projetos são utilizadas poucas técnicas, porém estas exigem muitos cuidados em seu desenvolvimento e somente por meio do uso contínuo destas técnicas é que os gerentes e a equipe de projetos poderão desenvolver as habilidades necessárias para uma comunicação eficiente.

7. Conclusão

A comunicação é um fator crítico que influencia no relacionamento entre as pessoas, pois cada um, possui uma cultura diferente, um desejo, uma necessidade, uma maturidade. Por isso é importante entender as expectativas de cada indivíduo, bem como os aspectos comportamentais deles, a fim de identificar os efeitos positivos ou negativos que estas

peças podem trazer para o projeto. E a melhor maneira de mapear é através de uma comunicação transparente, registrando todos os detalhes relativos a esta avaliação para que nas comunicações futuras durante o projeto, o emissor conheça um pouco mais sobre o receptor das informações, criando um melhor clima organizacional, refletindo diretamente no projeto.

A comunicação eficiente entre os *stakeholders* é uma das ferramentas responsáveis pelo sucesso de um projeto, pois os gerentes de projetos conseguirão visualizar as expectativas de cada parte interessada, permitindo desenvolver estratégias para o engajamento dos envolvidos em todo o ciclo de vida do projeto.

O gerenciamento da comunicação é importante para o sucesso de um projeto, visto que através dele é possível assegurar que as informações serão feitas de forma adequada e no tempo certo, pois os gerentes de projetos precisam ter a informação necessária na hora certa, a fim de tomar as melhores decisões para o projeto.

Através deste gerenciamento, juntamente com o entendimento e a utilização adequada do processo de comunicação, com a utilização de canais adequados para cada tipo de informação, a aceitação da necessidade do processo de feedback, responsabilizando emissor e receptor pela qualidade.

8. Referências

- [1] PMI. **Project Management Institute**. Um Guia em Gerenciamento de Projetos. (Guia PMBOK). 6ª Edição. p.359-424, 2017.
- [2] PMI – **Project Management Institute**. PMSURVEY.ORG. p.76-94, 2014.
- [3] KOTLER, Philip; KELLER, L. Kevin. **Administração de Marketing**. Traduzindo por Mônica Rosenberg, Cláudia Freire, Brasil Ramos Fernandes. 12ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006. Tradução de: Marketing management. P.536,
- [4] QUINN, Robert et al. **Competências gerenciais: princípios e aplicações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.17-20, 2003.
- [5] PLUMBERG, Kevin. **Communication barriers in the modern workplace**. The Economist Intelligence Unit, p.02, 2018. Disponível em <https://eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/EIU_Lucidchart-Communication%20barriers%20in%20the%20modern%20workplace.pdf>. Acesso em 05 mai. 2020.
- [6] BOUSHEY, HEATHER E GLYNN, SARAH. **There Are Significant Business Costs to Replacing Employees**. Center for American Progress, p.02, 2012. Disponível em <<https://www.americanprogress.org/wp-content/uploads/2012/11/CostofTurnover.pdf>>. Acesso em 05 mai. 2020.
- [7] HOLMES, Paul; SUDHAMAN, Arun e SHAH, Aarti. **Employees Don't Receive Enough Information During Corporate Change**. Holmes Report Editors, 2013. Disponível em <<http://www.holmesreport.com/latest/article/employees-don%27t-receive-enough-information-during-corporate-change>>. Acesso em 05 mai. 2020.



Análise da implementação da indústria 4.0 nas gestões de qualidade e de conhecimento

MOÇO, Paula Andrade Bueno¹; CUNHA, Pedro Henrique Braz².

¹Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/POLI – UFRJ

²Mestre em Administração

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 15 Jul 2020

Revisão: 17 Jul 2020

Aprovação: 17 Jul 2020

Palavras-chave:

Indústria 4.0

Gestão de qualidade

Gestão de conhecimento

Resumo:

O presente artigo foi elaborado com o intuito de realizar uma abordagem das áreas de gestão da qualidade e a gestão do conhecimento dentro do cenário evolutivo da indústria 4.0., e apresentar perspectivas de possíveis contribuições favoráveis da implementação de alguns dos principais pilares tecnológicos desenvolvidos na indústria 4.0, dentro dessas áreas de gerenciamento em questão. Este artigo foi produzido predominantemente através de pesquisas bibliográficas. A indústria 4.0, também conhecida como a quarta revolução industrial, é voltada para inovações e aperfeiçoamentos. Com as inovações tecnológicas, cada vez mais desempenhando um importante papel em nosso cotidiano, as indústrias tendem a continuar buscando pela melhoria contínua de seus produtos e projetos, visando atender as demandas que estão cada vez mais exigentes em um cenário extremamente competitivo. A gestão de qualidade e gestão do conhecimento são áreas convergentes e que se complementam, e embora ambos tópicos não apresentem muito destaque neste assunto, é conclusivo a importância dos mesmos para de fato obter o sucesso nesta nova revolução.

1. Introdução

As modificações e avanços tecnológicos vem ocorrendo a anos, começando pela 1ª revolução industrial, por volta do século XVIII e XIX, inicia a corrida pela industrialização, havendo o aprimoramento e a mecanização dos processos produtivos e assim trazendo as máquinas a vapor, a 2ª revolução, teve como protagonistas a eletricidade, possibilitando a produção em massa e padronização dos processos. Já no século XX, iniciou-se a 3ª, também conhecida como a Revolução Digital, possuiu o advento da tecnologia da informação, onde foi incorporado os sistemas eletrônicos, com isso informatização auxilia as

fábricas para automatizar tarefas mecânicas e repetitivas. Atualmente, a 4ª revolução industrial se inicia. [1]

Figura 1 – Revoluções Industriais



Fonte: FILHO [2]

A indústria 4.0 vem tomando dimensões expressivas em todos os ramos tecnológicos, onde trata-se da continuação do aperfeiçoamento das máquinas, e é conceituada por apresentar uma estratégia de alta tecnologia, uma fábrica inteligente, na qual abrange um conjunto de tecnologias de ponta que são conectados em rede com o propósito de aumentar a produtividade, tornar os sistemas produtivos mais flexíveis, usando de forma mais eficiente os recursos e melhorando a qualidade dos produtos. [3]

Junto a ocorrência das revoluções ao longo dos anos, a preocupação com criação de novos modelos de gestão de qualidade dos produtos e bens tem aumentado, assim a qualidade passou a fazer parte do cotidiano das organizações independentemente do ramo da atividade e abrangência de atuação pública ou privada, visando atender as demandas e as expectativas dos stakeholders cada vez mais exigentes. [4] As abordagens da qualidade na indústria 4.0 não substitui as tradicionais, mas sim às aprimora e otimiza os métodos existentes. [5]

Com a nova abordagem proposta pelas indústrias, um novo conceito de qualidade surgir simultaneamente, a “Qualidade 4.0”, definindo-se como o alinhamento das práticas do gerenciamento da qualidade com os recursos existentes na indústria 4.0, onde utiliza a tecnologia como facilitadora de diversos processos, buscando novas formas de oferecer perfeição em todas as etapas da produção. [6]

Com tudo, a gestão do conhecimento é outro fator fundamental para o tão almejado sucesso organizacional, tratando-se da capacidade de capturar conhecimento e transformar as questões relativas à aprendizagem individual e/ou coletiva, a criação, integração e compartilhamento de conhecimentos, inovação, pesquisa e desenvolvimento, tecnologia da informação, gestão e conhecimento de clientes — em aprendizagem organizacional e reutilizá-lo de forma eficaz na tomada de decisões mais inteligentes, e como consequência destas

questões, a empresa é capaz de ter ações inovadoras com mais rapidez. [7,8]

Este novo cenário, onde traz novos desafios independentes dos seguimentos empresariais, a conectividade tem demonstrado ser uns dos principais benefícios. A implantação de novas ferramentas criadas na indústria 4.0, apresentam uma ligação direta com as áreas de gestão da qualidade e gestão do conhecimento. Com a digitalização, todos os seguimentos estarão conectados, desde o início da produção até as vendas. A partir desta interação, trocas de informação e comunicação, o planejamento e o controle operacional passarão a acontecer em tempo real, com ajustes muito mais rápidos e a possibilidade de otimização do processo. [9]

2. Desenvolvimento

2.1. Indústria 4.0

Desde o século XVIII e XIX, na primeira revolução industrial, as indústrias tem buscado a melhoria contínua dos seus produtos e processos, aumentar a eficiência nas produções e mitigar os erros. Esta busca fomenta o desenvolvimento de várias tecnologias nas mais diversas áreas. [10]

Assim, na Alemanha em 2011, surgiu o termo Indústria 4.0, também conhecido como a quarta Revolução Industrial, tendo como foco o desenvolvimento e uso intensivo da alta tecnologia digital, onde o mundo físico e o virtual unem-se e assim, se torna possível a integração de toda a planta operacional e a otimização em tempo real da produção e da cadeia de suprimentos, contribuindo para maior flexibilidade, velocidade, produtividade e qualidade dos sistemas produtivos, com isso, tornando as fábricas suficientemente capaz e autônomas para antecipar as falhas decorrentes dos processos, adaptar-se aos requisitos apresentados e mudanças não planejadas, programar as manutenções necessárias. [11,12]

De acordo com Ślusarczyk [13], a 4ª revolução industrial está associada a:

- Digitalização comum e garantia de comunicação constante entre as próprias

pessoas, pessoas e dispositivos e entre os próprios dispositivos,

- Inovações disruptivas cada vez mais implementadas, que permitem um aumento gradual da eficiência e eficácia da operação do sistema socioeconômico,
- Conquista de tal desenvolvimento de máquinas que adquiram a capacidade de comportamento autônomo através do uso de inteligência artificial no processo de seu controle.

A manufatura avançada é desenvolvida através do conjunto de tecnologias da informação e da engenharia em áreas como dados, análise, colaboração, escalabilidade e conectividade. São chamados os nove pilares da Indústria 4.0 — Sistema de Integração Horizontal e Vertical, Manufatura Aditiva, Robôs autônomos, *Big Data*, IoT (*Internet of Things*), Simulação, Segurança cibernética e Computação em Nuvem — estão impulsionando não apenas a inovação, mas também as verdadeiras mudanças de paradigma na fabricação e na entrega de produtos e serviço, auxiliando em termos de eficiência e produtividade. [14]

2.2. Gestão de projetos na Indústria 4.0

Com a evolução constante do mercado, há uma busca ininterrupta por aprimoramento e aperfeiçoamento de suas atividades. Os avanços e as inovações auxiliam as organizações a tornarem-se mais competitivas e intensificar a atração de consumidores a aderir novas tendências e atender as demandas desses mercados. Com isso, neste cenário a gestão de projetos é indispensável.

De acordo com *Project Management Institute* (PMI) [15] define o significado de projeto em seu guia, o *PMBOK* (5ed.), como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo.

Tendo em vista que o projeto são esforços e ações temporárias com o intuito de atender os objetivos de uma organização, através do sequenciamento das atividades, mapeamento dos recursos necessários e definição do período de execução para alcançar a meta.

A gestão de projetos precisa lidar com um crescente volume de informações e dados durante um determinado período de tempo. Com a ampla utilização da gestão dentro de uma organização, surgiu a necessidade de um sistema de apoio e medidas de melhoria contínua, onde possibilitará tomada de decisões mais assertivas no qual possa analisar os dados sob diferentes perspectivas, em diferentes níveis de detalhamento, além de análise de tendências e outras comparações complexas de informações de mercado e/ou do negócio. [16]

O gerenciamento de projetos dentro da indústria 4.0 possibilitará compreender melhor sobre as tecnologias que podem auxiliar no processo de fabricação, apresentar novas ferramentas e articulações entre as tecnologias que ajudam na implementação do sistema e em conjunto ajudar a produzirem em maior escala, em menos tempo, com menos custos e muito mais qualidade nos seus produtos, processos e projetos.[17]

Um seguimento empresarial que apresenta um setor de gestão de projetos eficiente e que de fato compreende as oportunidades que a indústria 4.0 oferece, conseguirão usufruir dos benefícios de todos esses avanços tecnológicos.

2.3. Gestão da qualidade

A qualidade é um conceito reconhecido por todos, entretanto, cada indivíduo possui uma definição diferente sobre o assunto.

De acordo com o PMI [15], gerenciamento da qualidade em projetos incluem os processos e as atividades da organização executora que determina os objetivos, as políticas de qualidade, e as responsabilidades, de modo que o projeto satisfaça às necessidades para o qual foi contratado. Implementa o sistema de gerenciamento da qualidade por meio de políticas e procedimentos, com atividades de melhorias contínuas de processos realizadas durante todo o projeto.

Para Cleland e Ireland [18], a qualidade nos projetos é definida como a satisfação dos stakeholders mediante as suas exigências que

foram executadas, ou seja, garantir os resultados, cumprindo as exigências técnicas. O gerenciamento da qualidade engloba o gerenciamento do produto e do projeto, e se aplica a todos os projetos, independente da natureza do produto.

O gerenciamento da qualidade é uma das áreas de conhecimento necessárias para gerenciar um projeto. As melhores práticas em gestão de projetos, aponta 3 processos na área de qualidade que podem ser seguidos, sendo eles:

- Planejar o gerenciamento da qualidade,
- Realizar a garantia da qualidade e;
- Controlar a qualidade.

Ambos os processos possuem uma única finalidade, atender as necessidades e satisfazer os clientes. A implementação de um sistema de gestão de qualidade possibilita a introduzir padrões de qualidade na produção, aumento da produtividade, melhoria na performance da equipe, redução dos custos, riscos e desperdício da operação, otimização nas tomadas de decisões, garante uma gestão mais estratégica. [18]

2.3.1. Gestão da qualidade na indústria 4.0

Como foi dito, a qualidade é empregada em todos os ramos de atividades e/ou em qualquer seguimento empresarial, sendo basicamente dividida em controlar e garantir a qualidade, mas seu amadurecimento tem ido além. Em vista disso, a qualidade 4.0 se aplica em alinhar e integrar a prática do gerenciamento da qualidade com os recursos emergentes da indústria 4.0 tornando-se uma facilitadora de diversos processos.

A indústria 4.0 influencia positivamente a gestão da qualidade, levando em consideração que as novas tecnologias oferecerem uma gama de oportunidades de melhoria. As empresas que adquirirem as tecnologias e ferramentas da I.4.0, mas permanecem com os padrões desatualizados, estão desperdiçando oportunidades de melhorar os processos, possibilitando possível perda na obtenção de métodos inovadores de qualidade como o

gerenciamento avançado da qualidade da cadeia de suprimentos, melhor interação com o cliente e com o processo, diagnósticos e manutenção remotamente. [13]

De acordo com Silva [20], as novas tecnologias dever ser utilizadas de acordo com os benefícios que serão gerados. As organizações que buscam adquirir essas novas tecnologias e enquadrar-se aos padrões da I.4.0, normalmente necessitam:

- Aumentar e/ou aperfeiçoar a inteligência humana.
- Aumentar a velocidade e a qualidade nas tomadas de decisão.
- Melhorar a clareza das informações e rastreabilidade.
- Antecipar às mudanças, revelar preconceitos e se adaptar a novas circunstâncias e conhecimentos.
- Evoluir nos relacionamentos, nos limites organizacionais e na confiabilidade para revelar oportunidades de melhoria contínua e novos modelos de negócios.

Com as revoluções, os processos foram se aprimorando e deixando de ser manual para se tornar automatizado. No momento, há vários departamentos especializados que realizam o controle de qualidade nas indústrias com sistemas baseados em papel e/ou parcialmente automatizado, levando a problemas de qualidade. Esta transição do manual para o tecnológico, traz um planejamento estratégico mais eficaz para a realização do controle de qualidade, resultando em benefícios como [21]:

Tabela 1 – Vantagens da implementação da I.4.0

Transparência	- Processos claros para toda a organização; - Dados disponíveis em tempo real; - Acompanhamento contínuo dos resultados
Integridade	- Conexão entre as diversas áreas da indústria; - Fim dos processos manuais de captura de dados.
Produtividade	- Mais agilidade na realização das auditorias; - Ganho de tempo para colocar em prática a atividade de análise.

Fonte: Adaptado de Victor [21]

2.4. Gestão do conhecimento

As tecnologias tem avançado substancialmente, assim as pessoas estão se tornando cada vez mais conectadas, fazendo com que os conhecimentos se aprimorem.

Atualmente, o conhecimento é considerado um dos ativos mais importante das organizações. Em meio a um cenário competitivo, esse recurso é capaz de assegurar a vantagem competitiva. As empresas produzem dois insumos de suma importância, a informação e o conhecimento, sendo fundamentais em todas as etapas do desenvolvimento da organização. A informação é um dos agentes de transformação do conhecimento e, portanto, o acesso a ela tornou-se crucial para a criação e desenvolvimento do conhecimento. [22]

Quando ambas são utilizadas de forma adequada, possui a capacidade para gerar inovação e competitividade. Para que esses insumos possam ser aproveitados, o processo de gestão se inicia com a identificação dos objetivos estratégicos da organização, passando pelas práticas para identificar, desenvolver, capturar e tornar o conhecimento útil. [22]

Mesmo que os dados coletados e a informação não estejam sempre vinculados, e possam ser tratadas de formas divergente em alguns cenários, quando elas são assimiladas juntamente, onde uma informação é transformada a fim de agir, essa informação passa a ser um conhecimento.



O termo “Gestão do conhecimento” provem de “*Knowledge Management*” e é o gerenciamento sistemático dos ativos de conhecimento de uma organização com o objetivo de criar valor e atender a requisitos

táticos e estratégicos. Consiste nas iniciativas, processos, estratégias e sistemas que sustentam e aprimoram o armazenamento, avaliação, compartilhamento, refinamento e criação de conhecimento.[24]

Conforme os autores Aries, Moreira e freire [8], a gestão do conhecimento vem tomando-se importância em qualquer ramo operacional, entretanto algumas organizações não sabem muito bem como gerenciá-lo. A geração de conhecimento proporcionou grandes mudanças nos processos organizacionais, introduzindo novos desafios para a gestão da organização.

Como toda informação gerada torna-se conhecimento, esse tipo de gestão consiste numa moldagem de processos corporativos por meio de conhecimentos que são produzidos, surgindo como uma forma de estruturar as atividades corporativas no ambiente interno e externo.

Para que a gestão orientada ao conhecimento da empresa ocorra de uma forma eficiente é necessário saber como se cria o processo de converter o conhecimento individual em coletivo e o conhecimento coletivo em individual, onde não conhecidos como o conhecimento explícito e o conhecimento tácito. [25]

- Conhecimento tácito é bastante pessoal, difícil de explicar e formalizar, dificultando no compartilhamento das informações. Além disso, os mesmos são baseados nas ações e experiências pessoais, dos valores culturais e familiares, da educação, entre outros que a pessoa adquire durante a vida.

De acordo com Nonaka e Takeuchi [25], o conhecimento tácito é base para a ação, e assim, é a fonte necessária para a inovação contínua e a consequente competitividade organizacional.

- Conhecimento explícito é facilmente articulado, pode ser documentado e armazenado em banco de dados e transmitido eletronicamente. Sendo baseado em fatos e evidências, pode ser expresso em palavras e números, e facilmente comunicado e compartilhado sobre a forma de dados brutos,

fórmulas científicas, procedimentos codificados ou princípios universais. Tendo aplicação mais geral independente do contexto.

2.4.1. Gestão do Conhecimento na indústria 4.0

A I.4.0 pode ser compreendida como uma perspectiva futurista da Indústria e Manufatura, na qual as Tecnologias da Informação promoverão um aumento da competitividade e a eficiência interconectando todos os recursos (dados, pessoas e maquinário) na Cadeia de Valor.

O conhecimento organizacional é a junção entre o conhecimento tácito dos colaboradores e todo o conhecimento explícito que se está presente no cenário interno das organizações. Sendo esses conhecimentos gerenciados pelos empregados de forma consciente ou inconsciente. [26]

Considerando todo este cenário de inovações na indústria 4.0, a comunicação via internet proporcionaria uma interação contínua e a troca de informações não exclusivamente entre humanos – humanos ou humanos-máquinas, mas também seria possível a interação entre as próprias máquinas. Está comunicação é considerada Gestão do conhecimento 4.0. [27]

O gerenciamento da cadeia de suprimentos está mudando no contexto descentralizado da Indústria 4.0, no entanto, é necessário que as pessoas planejem e executem ações, pois nem todas as ações podem ser ou devem ser automatizadas. As mudanças no ambiente de trabalho não apenas aumentam os requisitos, mas também uma demanda mais forte por suporte baseado em conhecimento.

De acordo com Aires, Moreira e freire [8], levando em consideração ao novo cenário, a gestão de conhecimento pode enfrentar aos desafios como:

- Desenvolvimento de tecnologias que proporcione soluções econômicas e compatíveis com as necessidades dos clientes. De forma a garantir uma adaptação dos

sistemas e tecnologias já existentes, possibilitando uma maior integração e utilização eficaz dos ativos tecnológicos.

- Compartilhamento do conhecimento: No ramo empresarial é um dos componentes de suma importância na revolução indústria, com o intuito de mitigar os desperdícios de tempo e recurso na busca pelo conhecimento.

- Desenvolvimento dos trabalhadores: Com esse novo momento nos setores produtivos, um fator de alta valia é a aprendizagem organizacional, capacidade dos funcionários e colaboradores de absorção e desenvolvimento de habilidades.

2.5. Impactos da implementação dos pilares da I.4.0 nas gestões.

Todos os pilares desenvolvidos para possibilitar a implementação da I4.0 são importantes para a validação do sistema, cada uma com suas particularidades, sendo assim, todos interferem de algum modo na gestão da qualidade e na gestão do conhecimento, direta ou indiretamente. Será apresentado uma breve síntese sobre a realidade aumentada, *Big Data*, internet das coisas (*Internet of Things*) e computação em nuvens (*Cloud Computing*) e como eles podem impactar as gestões em questão. De acordo com os autores Silva [28], Pasquini [14], Pedrosa [29] e a MICROSOFT [30]:

- Realidade aumentada

A realidade aumentada possibilita a interação do mundo real com o virtual, onde é possível adicionar objetos gerados por computador em um ambiente real, por meio de um dispositivo de visualização como óculos especiais.

Um dos desafios mencionados que o gerenciamento do conhecimento pode enfrentar é a capacitação dos profissionais, frente a absorção dos conhecimentos e o desenvolvimento das habilidades profissionais. Logo a implementação da realidade aumentada nas organizações facilitará este aprendizado, mediante a maior facilidade na fixação do conteúdo por oferecer um aprendizado mais dinâmico. Impulsionando a transformação do

conhecimento tático adquirido pelo profissional em conhecimento organizacional. Assim, impactando diretamente na gestão da qualidade, já que capacitação dos profissionais é uma das maneiras de assegurar a qualidade e alcançar o sucesso.

- **Big Data**

Com utilização da internet e de diversos dispositivos eletrônicos, há uma grande geração de dados que são recebidos a partir de diversas fontes e armazenados de diferentes maneiras, o que demanda um processo de gestão específico para garantir a sua qualidade. Assim, o Big Data é o termo utilizado para descrever esses volumes imensos de dados com o propósito de gerenciá-los, transformando os dados coletados em informações úteis a fim de gerar conhecimento que agregue valor para a organização.

A geração do conhecimento tem como base a coleta de dados e informações adequadas, a fim de ser útil à organização. Esta ação facilita as tomadas de decisão, inclusive em tempo real, para transformá-lo em uma oportunidade de negócio.

- **Internet das coisas.**

A Internet das coisas ou Internet of Things (IoT) refere-se à conexão em rede de objetos do cotidiano, permitindo a comunicação entre eles. A internet das coisas aumentará a onipresença da Internet ao integrar todos os objetos para interação por meio de sistemas embarcados, o que leva a uma rede altamente distribuída de dispositivos que se comunicam com seres humanos e outros dispositivos.

Os objetos inteligentes da internet das coisas geram um grande volume de dados de forma detalhada e contínua no ambiente em que se encontram e a tecnologia big data permite que este volume de dados seja armazenado, combinado com outras fontes de dados e que são analisados para melhorar o desempenho.

De acordo com Pasquini [13], com os rápidos avanços nas tecnologias, a *IoT* abriu inúmeras oportunidades para a criação de novos aplicativos que prometem melhorar a qualidade de vida, e tem um grande potencial

de apresentar melhorias na produtividade e eficiência de serviços de diversas áreas.

- **Cloud Computing**

A computação na nuvem ou *Cloud Computing* é um novo modelo de computação que permite a distribuição dos seus serviços de computação, incluindo servidores, armazenamento, banco de dados e *software* seja feito de forma remota em qualquer lugar e independentemente da plataforma utilizada e sem a necessidade de instalar os programas.

A criação desta nova tecnologia limita a utilização de forma antiquada dos recursos disponíveis, oferecendo vantagens a todos os níveis e seguimentos organizacionais e fornecendo novas possibilidades para o ramo de TI. Em conjunto, apresentam redução dos custos por não haver a necessidade de compra de *hardware* e *software*, redução do tempo pelo fato dos serviços serem sob demanda, onde o sistema de gerenciamento da nuvem controla e aperfeiçoa o uso dos recursos por meio de medições que consideram cada tipo de serviço provido, acarretando em maior produtividade e maior velocidade. O gerenciamento de dados em nuvem, assim, é fundamental para que sua empresa consiga entregar soluções de qualidade para seus clientes com o máximo de excelência.

A facilidade no compartilhamento das informações e no acesso dos conteúdos impulsiona a criação do conhecimento e inovações dentro das corporações. A utilização das nuvens é útil para controlar e tornar o gerenciamento dos processos mais eficientes, visando na relação cliente, e também na gestão do conhecimento organizacional, auxiliando na democratização das informações.

3. Considerações

O Gerenciamento de conhecimento contribui com os processos de Gerenciamento de qualidade, melhorando a qualidade dos produtos e serviços continuamente e atendendo a demanda e necessidades do cliente, conseqüentemente alavancando a satisfação dos mesmos. Essa interação mútua

pode ter um impacto significativo na inovação e no desempenho. Não é de surpreender que o domínio do GQ tenha se tornado parte integrante e indispensável no ambiente corporativo de todas as empresas e a gestão do conhecimento tem estado mais frequente para a criação da cultura organizacional de uma corporação decorrente aos pontos positivos que são resultantes.

Para que as empresas se tornem mais assertivas e ágeis em suas tomadas de decisões, é preciso que tenham informações precisas e atualizadas permitindo a captura, o gerenciamento e o compartilhamento desses dados, facilitando o trabalho a ser desenvolvido. Sendo isto, que a quarta revolução, a era da informação oferece.

As tecnologias emergentes da I.4.0 traz não somente para as gestão discutidas, mas sim para toda áreas da organização, muitos benefícios com a sua implementação, como aumento da produtividade, todos os dados e informação são gerados e disponíveis em tempo real, personalização dos produtos, mais agilidade, redução de custos, melhoria na comunicação interna e externa, entre outros demais vantagens, fomentando a efetividade empresarial.

4. Referências

- [1] SEBRAE. Indústria 4.0 a moda a caminho do futuro. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Estado do Rio de Janeiro, 2018.
- [2] FILHO, Paulo Narciso. Indústria 4.0: o que é e quais os benefícios? Disponível em: <https://www.harbor.com.br/harbor-blog/2018/01/04/industria-4-0/> Acesso: 05 fev. 2020.
- [3] VUKSANOVIĆ, Dragan.; UGARAK, Jelena; KORČOK, Davor. *Industry 4.0: the future concepts and new visions of factory of the future development*. Belgrade, Serbia: Singidunum University.
- [4] MACHADO, José Domingos; POLETTI, Luiz Henrique; CORNELIUS, Rui Airton. O futuro da gestão da qualidade para a indústria 4.0. Toledo: Centro Universitário FAG.
- [5] GUPTA, Varun. Como fazer conexão na qualidade 4.0. Revista Digital AdNormas, 2019. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/noticias/18922-como-fazer-a-conexao-na-qualidade-40>>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- [6] VALENTINA, Luiz Veriano Oliveira Dalla. Qualidade, Inovação e a Indústria 4.0 e seus Desafios, 2019. Disponível em: <http://www.producaoemfoco.org/producaoemfoco/article/view/761>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- [7] OLIVEIRA, Giane L. A; ASSIS, Mariluce; OLIVERIA, Magna M. A.; COSTA, Stella Regina Reis; QUELHAS, Osvaldo L.G. Gestão do conhecimento: criação e implementação do conhecimento nas organizações. UFF, 2014
- [8] AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá. Indústria 4.0: Desafios e tendências para a gestão do conhecimento. Florianópolis: Tecnologias para Competitividade Industrial.
- [9] COLLABO. A Indústria 4.0 e a revolução digital. Disponível em: > <https://alvarovelho.net/attachments/article/114/ebook-a-industria-4.0-e-a-revolucao-digital.pdf>< Acesso em: 05 fev. 2020.
- [10] LIMA, Alison Gustavo; PINTO, Giuliano Scombatti. Indústria 4.0: Um novo paradigma para a indústria. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC), 2019.
- [11] ABREU, Cleyde E. M. *Et al.* Indústria 4.0: Como as Empresas Estão Utilizando a Simulação para se preparar para o Futuro. MG: Faculdade Pitágoras. 2017
- [12] YAMADA, Viviane Yukari; MARTINS, Luís Marcelo. Indústria 4.0: um comparativo da indústria Brasileira perante o mundo. Revista terra e cultura: Cadernos de Ensino e pesquisa. 2018.

- [13] ŚLUSARCZYK B. *Industry 4.0 – are we ready?. Polish Journal of Management studies*. Vol.17 No.1.2018
- [14] PASQUINI, Tatiana C. S. Proposta de ferramenta para relacionar os princípios da gestão da qualidade aos pilares da indústria 4.0: a influência da indústria 4.0 na área da qualidade. Ponta grossa: UTFP. 2018
- [15] PMI. *Project Management Institute*. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK). 6ª Edição. 2017
- [16] MALANIMA, Lucas de Espíndula. Quarta revolução industrial e o gestor de projetos 4.0. 2018. Disponível em: ><https://www.linkedin.com/pulse/quarta-revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-e-o-gestor-de-projetos-40-lucas>. Acesso em 27 de março de 2020
- [17] PEDERNEIRAS, Gabriela. Como otimizar o gerenciamento de projetos na Indústria 4.0. 2020. Disponível em: > <https://www.industria40.ind.br/artigo/19522-como-otimizar-o-gerenciamento-de-projetos-na-industria-40> < Acesso em: 27 de março 2020
- [18] CLELAND, D. I.; IRELAND, L. R. Gerência de projetos. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.
- [19] MARTINELLI, Fernando Baracho. Gestão da qualidade total. 2009
- [20] SILVA, Edson Miranda. Indústria 4.0;2019. Disponível em: ><https://www.linkedin.com/pulse/qualidade-e-40-edson-miranda-da-silva/> < Acesso em: 29 março 2020
- [21] VICTOR. Qualidade 4.0: descubra o que é e quais as principais mudanças no setor. 2019. Disponível em: > <https://blog-pt.checklistfacil.com/qualidade-4-0/> < Acesso em: 06 abril 2020
- [22] STRAUHS, F. Rocio; *et. al.* Gestão do Conhecimento nas Organizações. Curitiba: Aymarã Educação, 2012.
- [23] GARIBA JÚNIOR. Maurício. Gestão do conhecimento. – 2. ed. – Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2011
- [24] KMT. *Knowledge Management Definition*, 2018. Disponível em: <http://www.knowledge-management-tools.net/knowledge-management-definition.html>. Acesso em: 15 maio 2020
- [25] NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- [26] SHIGUNOV NETO, A.; TEIXEIRA, A. A. Sociedade do conhecimento e ciência administrativa: reflexões iniciais sobre a gestão do conhecimento e suas implicações organizacionais. *Perspectivas em Ciência da Informação*,2006.
- [27] DOMINICI, G.; ROBLEK, V.; ABBATE, T.; TANI, M. *Click and drive: consumer attitude to product development: towards future transformations of driving experience*. *Business Process Management Journal*, 2016.
- [28] SILVA, Edson Miranda. Os Pilares Tecnológicos da Indústria 4.0. 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/os-pilares-tecnol%C3%B3gicos-da-ind%C3%BAstria-40-edson-miranda-da-silva/> < Acesso em: 17 abril 2020
- [29] PEDROSA, Paulo H. C. e NOGUEIRA, Tiago. Computação em Nuvem. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/111484678/ARTIGO-Computacao-em-Nuvem-Pedrosa-Paulo-H-C>. Acesso em: 17 abril 2020
- [30] MICROSOFT.azure. azure.microsoft.com, 2018. Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/>>. Acesso em: 21 abril 2020.



Análise do retrabalho devido à falta de planejamento em uma obra da indústria da construção civil

MACHADO, Roberta ¹.

¹ Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas, NPPG/POLI – UFRJ.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 19 Out 2019

Revisão: 30 Out 2019

Aprovação: 04 Nov 2019

Palavras-chave:

Retrabalho

Construção Civil

Planejamento

Resumo:

Para que se obtenha sucesso na execução de um projeto na indústria da Construção Civil, é de suma importância a elaboração de um planejamento desde a etapa da elaboração de projetos, compra de materiais, desenvolvimento, finalização entre e, até mesmo, o pós-obra da construção, fazendo assim com que se diminuam os índices de erros, atrasos significativos e prejuízos financeiros. Este artigo tem como principal objetivo apresentar, através de um estudo de caso, as principais exposições de retrabalho que se pode obter, causados devido à falta de um planejamento bem elaborado e suas articulações. Discutir o retrabalho nesse contexto se demonstra de maneira relevante, pois tem em vista analisar e compreender o real impacto desse procedimento, não só nos grandes prejuízos financeiros que se pode obter, mas também nos reflexos causados na gestão e impactos negativos gerados na imagem da empresa construtora e demais envolvidos, conforme demonstrado durante todo este trabalho.

1. Introdução

Os meios urbanos são de grandes impactos por uma tendência na construção civil já que possui grandes construções. Com isso se torna um dos setores mais representativos para a economia brasileira, estimula diversos serviços abrangendo grandes áreas, atraindo empresas para novos empreendimentos, que apesar do cenário econômico nos últimos anos se mantém esforçados para conter o segmento aquecido.

No entanto, existe uma preocupação com o planejamento, execução e entrega da obra, porém não quer dizer que todas as etapas são executadas com vigor e sucesso, uma vez que

o mecanismo da construção é baseado em processos complexos e interdependentes, tornando mais propenso a erros. Um pequeno erro que seja em qualquer fase da obra, gera um grande impacto com percas, causando um custo elevado e alterando o cronograma de execução.

Diante disso, uma das fases que requer tempo e quem sabe é mais da metade de todo o processo de execução, é o planejamento onde necessita ser analisado todos os processos em pequenas etapas, principalmente quanto a execução da obra no local, a logística de materiais, caso transite pessoas, como fica a logística de remoção ou o isolamento da área, pontos que devem ser

estudados para diminuir a incidência do retrabalho e o impacto diretamente na qualidade, prazo e custo.

2. Referencial Teórico

Pode-se dizer que a construção civil tem elementos derivados que são inseridos em um cenário que ocorre falhas inevitáveis, com isso inúmeros conceitos, normas e procedimentos foram criados e estudados a ponto de explorar um modo onde atribuir-se melhor definição, para compreensão e controle de tais fenômenos. Existe um foco centralizado na construção de grandes empreendimentos, principalmente os de uso residencial, tendo em vista outros aspectos considerando as necessidades para satisfação de múltiplos clientes, porém existe também as construções públicas visando a melhoria da cidade e a satisfação do eleitor. Com o objetivo de apresentar um ilustrativo do tema proposto, segue sequencialmente argumentações e discussões para o entendimento do artigo com demonstração de um estudo de caso em uma obra pública.

2.1 Definição do Retrabalho

O retrabalho por muitas das vezes é algo constante nas etapas de uma Construção civil, uma vez que o plano inicial (planejamento) não é analisado de maneira adequada, já que muitas vezes as empresas construtoras ao serem contratadas, recebem a proposta de execução da obra e possui um tempo curto para resposta, logo tendo que dar início aos serviços..

Diante a variedade de discussões sobre o termo retrabalho podem sugerir, como destaca Mastenbroek [1] em seu trabalho sobre redução de custos de retrabalho, destaca que um entendimento claro a respeito do retrabalho deve ser transmitido e assumido tendo em vista que, a partir disto, inúmeras interpretações e conclusões distintas podem ser consideradas e ainda segue com algumas definições de retrabalho encontradas na literatura existente.

Já de acordo com o dicionário do Centro de Informações Metal e Mecânica [2], o retrabalho é definido como: problemas de projetos e operações que ocasionam falhas na mão de obra e material, dando repetições as atividades. Diante dessas informações, para embasar esse artigo, o retrabalho será considerado como sendo um procedimento adotado para refazer alguma atividade, produto ou serviço já considerado pronto, por ser mal elaborado de acordo com a gestão do contratado ou contratante.

2.2 O Planejamento na Construção Civil

O planejamento na Construção Civil tem grande importância para o sucesso do empreendimento, uma vez que realiza a obra com os parâmetros desejados – evitam-se perdas, atrasos e desperdícios. Existe uma sequência fundamental de gestão para até mesmo um simples projeto de obra: orçamento, cronograma físico e financeiro e o controle de execução.

Quando a empresa pega uma obra para execução é necessário uma equipe de engenheiros para planejar e fazer toda a gestão uma vez que a empresa precisa ter uma boa imagem no mercado, para não ocorrer erro em nenhum detalhe do projeto necessita atentar-se para alguns principais pontos:

- Disponibilidade de mão de obra: contratar profissionais com experiência, para a execução do projeto, sem muita rotatividade, pois pode prejudicar na execução.
- Índices de produção e metas: estabelecer metas diárias para atingi-la uma produção com excelência, claro que dentro do cronograma.
- Integração escritório X canteiro de obras: para um bom planejamento e execução, a equipe inteira precisa falar a mesma língua, principalmente ter um setor de compras full-time com entendimento básico nos materiais que lhe são solicitados.

• **Logística:** esse é um dos principais requisitos, uma vez que devemos ter toda uma logística de entrega de material, saber sobre o local da obra, os dias que pode executar os serviços, dentre outras coisas que fazem toda a diferença atingindo o custo e o prazo de finalização.

Vale lembrar que hoje existe ferramentas que ajudam a auxiliar em um bom planejamento, tais como: **Lean Construction** que pode ser traduzida como “construção enxuta”, foca em ações para enxugar qualquer gasto desnecessário na obra, eliminando o desperdício de recursos. **PDCA** é facilitadora na gestão de projetos, o termo de origem inglesa (Plan, Do, Check, Act), tem como sua primeira etapa, identificar parâmetros a serem aprimorados e planejar estratégias para tal. **PMBOK** é uma espécie de manual que aborda os principais práticas e conhecimentos necessários para uma boa gestão de projetos. A publicação contempla não apenas a fase de planejamento, como também de execução, controle e encerramento.

2.3 Principais causas do retrabalho

O retrabalho na Construção Civil ocorre devido a inúmeros casos, desde as falhas de projetos, mão de obra qualificada, material e por problemas operacionais, de fiscalização, omissões. Tendo em vista este pode representar um fator significativo em perdas e custos, muitas empresas assumem o risco quando elabora o planejamento e o orçamento. Porém independente do risco devido a grande recorrência das causas de retrabalho podem ocasionar consequências mais significativas do que simplesmente uma questão monetária de custos.

Contudo, além de situações previsíveis, aquelas não previstas também podem acontecer como consequências do retrabalho que não atreladas aos custos, mesmo que identificadas como indiretas. Abaixo no quadro 1, possui algumas das principais causas e consequências adicionais a custos e desperdícios resumidamente.

Tabela 1: Causas e Consequências de retrabalho

Causas	Consequências
Falta de qualificação profissional;	Mais gastos;
Baixa qualidade do material;	Atrasos;
Mudanças de especificações / projetos;	Insatisfação do usuário final;
Falhas de processo;	Conflitos interorganizacionais;
Erros de execução;	Estresse e fadiga;
Omissões;	Inatividade do trabalho;
Má condução da gestão da obra;	Desmotivação;
Falta de fiscalização;	Perda de trabalho futuro;
Danos naturais e de condições climáticas.	Lucro reduzido.

Fonte: elaboração própria, baseado em Mastenbroek [1].

2.3.1 Exemplo de uma obra com mau planejamento, ocasionando em muitos retrabalhos.

No município de Belford Roxo, No Rio de Janeiro, foi licitada uma obra pública de uma praça, no valor de aproximadamente R\$1.000.000,00, porém essa praça por ser muito conhecida (popular), possui feira em dois dias da semana, quarta-feira e domingo, a empresa ao ganhar a licitação deveria analisar o projeto e fazer um planejamento com cronograma de produtividade e as condições de logística do local, tanto para material como para execução uma vez que o local em dois dias possui um fluxo grande de pessoas transitando, uma das possibilidades seria a remoção temporária da feira, durante o período da obra que seria de 180 dias de acordo com o contrato. Fazendo uma análise crítica reduziria o retrabalho, já que a equipe

de tal construtora tinha apenas quatro dias uteis para a execução dos serviços, dentre eles seria a colocação de intertravado, no primeiro mês foi visto que o avanço não era possível, pois ao assentar 100(cem) metros de intertravado no dia de quarta que acontecia a feira, os feirantes destruíam 50 metros, e assim sucessivamente. A empresa reconheceu o problema, tentou um plano de contenção e resolução da situação, comunicando a fiscalização e pedindo que ajudassem na remoção da feira, os mesmos não conseguiram, pois os feirantes fizeram um abaixo assinado, ou seja, a população sempre vence principalmente quando se trata de questões políticas, uma obra que duraria 180 dias se estendeu para 1 ano, claro que além do grande problema com a feira, a empresa estava iniciando os trabalhos no ramo da construção e demorou a conseguir mão de obra qualificada para tais serviços. Logo entra na questão de que algo que poderia ser lucrativo e ter reconhecimento perante as prefeituras e até mesmo para os privados, acabou prejudicando parcialmente a “construtora”, ambos deveriam analisar o processo e apontar os problemas, evitando gastos e transtornos.

A empresa recebeu duas notificações, pois estava parada não havia funcionário no canteiro, quando na verdade já não tinha mais capital para dar prosseguimento à obra devido aos gastos excessivos gerados pelo retrabalho, tendo como alternativa a suspensão da obra temporária até que a prefeitura remova a feira para a finalização do contrato.

Abaixo segue fotos tiradas para fazer a defesa da empresa, devido a períodos que sempre tem que prorrogar, e mostrando a quantidade de retrabalho, com diversos transtornos, e principalmente com um custo que hoje já não compensa com o valor da obra.

Figura 1: Marcas de roda em um trecho executado



com intertravado.

Fonte: Acervo Próprio, 2019

Figura 2: Caminhão basculante sob passeio em construção.



Fonte: Acervo Próprio, 2019

Figura 3: caminhão da feira com 2 rodas na calçada



Fonte: Acervo Próprio, 2019

Figura 4: intertravados soltos, e a feira acontecendo



Fonte: Acervo Próprio, 2019

O Sr. Secretário de obras, ciente da situação, comunicou a secretaria responsável para a mudança de local da feira, e isto foi feito, marcando para o dia 14/11/2018 a mudança provisória da feira, mas um dia antes da data programada, houve a revogação dessa mudança. Infelizmente, por motivos que desconhecemos essa mudança nunca ocorreu. Com a presença da feira no local das obras e os iminentes danos que serão causados aos equipamentos, paisagismo, grama sintética e demais serviços, a empresa tomou a decisão de diminuir as atividades até um desfecho favorável à boa execução dos serviços restantes.

Somando-se a isso, grandes danos também foram causados em serviços executados anteriormente, como piso intertravado, concreto, meio-fio pelo fato de veículos, ligados ou não aos feirantes.

Assim que apresentado à carta foi aceito paralisação da contagem do prazo, seguida de resposta positiva vindo da fiscalização, uma vez que é necessária a remoção da feira temporariamente para a finalização do contrato.

2.4 A ajuda do controle de qualidade para eliminação do retrabalho nos canteiro de obra

O setor de qualidade de uma empresa é aquele que presa pela qualidade do serviço prestado e existem normas internacionais que regulam o ramo de qualidade na construção

civil e no Brasil dentre as mais conhecidas está a Norma ABNT ISO 9000 [3] que expõe os fundamentos do sistema de gestão da qualidade.

Antes as empresas se preocupavam com o simples cumprimento de requisitos e só aos poucos questões importantes no âmbito da gestão estão sendo absorvidos. Preocupação com esse tipo de questão é legítima e deve ser ressaltada, dado que sistemas unificados de qualidade quando bem empregados podem gerar resultados surpreendentes e benéficos na gestão de qualidade, confiança dos fornecedores, qualidade do produto, satisfação do cliente, através de uma certificação, e isso se destaca no que se compreende como controle de qualidade.

Uma das ideias que norteiam tal assunto é o método iterativo de gestão PDCA (Plan-Do-Check-Act) que está inserido no âmbito da qualidade e melhoria contínua. E a necessidade da utilização do retrabalho pode ser comumente encontrada na etapa do Check, isto é, a fase de verificação que possibilita avaliar o cumprimento dos padrões que são aplicados na ação (o Act) com ações corretivas sobre o problema, removendo sintomas, agindo nas caudas e tratando anomalias, conforme ilustrado no esquema 1, em anexo.

O processo de controle do fluxo da obra pode ocorrer em paralelo com sua execução..

Logo, o controle de qualidade ocorrendo paralelamente com a execução da obra tem como objetivo principal verificar se os processos executados estão de acordo com o projeto e planejamento. Seus resultados são vistos tanto na execução da obra como no sua conclusão e entrega.

2.5 Etapa de entrega da obra

Como última etapa da obra, encontra-se a fase final da construção, em que se estabelece sua conclusão e entrega. Nessa etapa o As built geralmente é elaborado e uma série de questões normativas deve ser observada. Na presente pesquisa apenas dois procedimentos utilizados nesse contexto serão explorados, mas que em muito

exemplifica toda questão: o Habite-se para empreendimentos privados e as vistorias de aceite para todos os empreendimentos ate mesmo os públicos.

2.6 As Built

Segundo Aguilera [4] Projeto ‘as built’ são documentos técnicos que registra de maneira gráfica, execuções que realmente ocorreram no empreendimento, resultando nas alterações físicas ocasionadas no projeto original. No Brasil o as built é regulamentado pela norma técnica NBR 14645 [5], que foi construída com base em três partes: o terreno; o registro legal do imóvel e a locação e controle dimensional da obra. E com relação à implementação desse procedimento, embora não sejam utilizados por algumas empresas, alguns projetistas argumentam a necessidades da utilização principalmente durante a modificação das alterações dos projetos iniciais com o registro dessa atividade.

Contudo, é passível de reconhecimento que, em caso de modificações do projeto original durante a fase de execução é de suma importância que seja elaborado um projeto as built, pois isto poderá subsidiar o processo de entrega da obra e elaboração do manual para o proprietário, uma espécie de retrato final da obra, isto é, o projeto executado citado na própria norma que especifica sua elaboração.

2.7 Habite-se

De fato, uma série de condicionantes e documentações deve ser observada, para a efetivação da entrega de uma obra no padrão residencial, e uma delas é o documento chamado Habite-se. Tendo em vista que antes mesmo de ser aceite pelo proprietário, um apartamento, por exemplo, deve seguir conformidades determinadas pelas esferas legais.

No procedimento para obtenção do Habite-se, que nada mais é que um documento que habilita a construção para uso – habitação – é realizado uma vistoria por autoridades fiscalizadoras, pois o projeto executado deve estar integralmente conforme

o projeto aprovado pela prefeitura e caso fique constatado alguma disparidade é concedido prazo para ajustes.

2.8 Vistoria de aceite

É na entrega efetiva da obra que se dá por praticamente finalizada toda sequência de trabalhos desenvolvidos pela gestão, fornecedores, campo de obra e fiscalização.

Assim, é realizada a vistoria interna com base no sistema de qualidade e gestão da empresa, e as instalações não estando conformes, retornam para reajuste e depois dos entraves serem corrigidos são consideradas aprovadas pela equipe técnica. Desta forma, prossegue a entrega oficial ao cliente e os eventuais problemas pós-obras serão de responsabilidade de a assistência técnica avaliar, e caso comprovado que tais problemas são devidos a problemas de execução a empresa deve corrigir todos os mesmos.

Após a realização da entrega técnica é feita a vistoria com o cliente e o fiscal e este pode ainda apontar alguma inconformidade ou insatisfação e os serviços relatados na vistoria diante de uma lista de verificações serão corrigidos desde que as solicitações sejam procedentes e dentro do padrão de qualidade especificado para a obra.

Posteriormente, quando os reparos estiverem concluídos e aceitos a entrega oficial é feita ao cliente/proprietário diante de todas as documentações e cumprimento de obrigações necessárias. Desta forma, o proprietário declara assume que o produto recebido está em conformidade e que está ciente das garantias que lhe são asseguradas bem como das suas responsabilidades legais nesse caso para um apartamento, no caso da obra publica após a fiscalização analisar os reparos e da o ok, ele liberam um aceite provisório ate que após um tempo e a visita dos clientes ele libera o aceite definitivo.

O momento de entrega de ambos os empreendimentos tanto publico quanto privado é de suma importância, uma vez que os clientes depositaram confiança no trabalho que seria executado e conta em receber o

melhor tanto para morar como para curtir com a família, pois quando se tem uma cidade que investe no lazer e o melhor para a população valoriza os empreendimentos prediais do município.

2.9 Pós-obras (etapa de utilização)

Quando é concentrada a atenção mais efetiva na utilização das instalações. E nesse sentido, a Manutenção se preconiza e os serviços de Assistência Técnica podem ser solicitados de maneira recorrente. O que caberá aqui fazer é uma diferenciação detalhada de competências, visando posteriormente diferenciar o que pode ou não ser considerado como retrabalho nesse processo após a entrega da obra.

2.10 Assistência Técnica

Quando uma obra é entregue e passa a ser utilizada pelos proprietários pode se tornar difícil determinar os reais responsáveis por grandes e pequenas falhas emergentes. Logo, a Assistência Técnica atua no que compete à garantia ou ao tratamento de não conformidades pós-obras. De acordo com o disposto pela legislação, os empreendimentos assim que entregues têm garantia. O Código Civil Brasileiro [6], em vigor, em seu artigo 618 estipula um prazo de cinco anos.

Cada construtora possui uma tabela com prazos de garantias sobre os produtos executados e instalados e, por vezes, os clientes podem solicitar a atuação da Assistência Técnica, ao expor e documentar sua insatisfação ou desconforto em relação a algum aspecto da edificação hora recebida para reparos.

2.10.1 Manutenções (preventivas e corretivas)

Bem como outros produtos, aqueles originados de um processo construtivo também possuem um período de vida útil estimado, pois os múltiplos procedimentos e materiais utilizados sofrem com o passar do tempo alterações. Contudo, com o uso eficaz dos serviços de manutenção tal período pode se consolidar ou até mesmo prolongar.

Com base nisso, os serviços de manutenção atuam naquilo que não compete à assistência técnica, isto é, nos problemas oriundos do mau uso e preservação e conservação dos estados originais que podem também serem abalados com a ação do tempo e própria utilização contínua. Tudo isto é feito a partir de uma padronização estabelecida.

São exemplos de competências que fazem parte do controle e atuação dos serviços de manutenção do empreendimento: reparar ou até mesmo substituir peças desgastadas ou não utilizadas por muito tempo ou ainda, tendo em vista às inúmeras modificações ao longo do tempo, a manutenção atua reparando defeitos subsequentes ou até mesmo tratando defeitos originados de acidentes, os imprevisíveis.

A norma da ABNT NBR 5674 [7] têm como objetivo orientar os procedimentos estabelecidos pelo serviço de manutenção, considera a relevância do tema ao sinalizar que é importante considerar tais atividades no processo construtivo, que não se extingue no momento de entrega.

O serviço de manutenção pode prolongar a vida útil do empreendimento (evitando descartes antes do tempo) e quando bem estabelecida pode contribuir com minimização de custos. O que conjugado com a norma de desempenho NBR 15575 [8], visa resguardar a durabilidade do empreendimento, em atendimento ao usuário.

Dado que efeitos do tempo e uso são inevitáveis e que são necessários tais serviços não só para manter a qualidade das instalações como também a segurança dos usuários, a manutenção pode ser dividida em: preventiva e corretiva, que visam prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes, ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários. [7]. A Manutenção preventiva age antes que algum problema e falha se desenvolvam e a corretiva trata de reparar problemas que já ocorreram.

3. Metodologia

O estudo baseou-se em pesquisas bibliográficas, análise de uma obra publica, livros, artigos, monografias, dissertações e publicações na internet que tratam de retrabalho na Construção Civil. Visando o entendimento desta prática não só nas etapas de idealização e entrega da obra como na fase de utilização do pós-obra, na qual estudos são poucos evidenciados.

4. Discussões sobre o Retrabalho

Dado a ideia inicialmente assumida de que retrabalho é o procedimento adotado para refazer alguma atividade, produto ou serviço já considerado pronto, acaba sendo muito difícil limitar sua utilização frente aos inúmeros procedimentos que precisam ser concluídos e, portanto, pode ter efeitos e influências muito maiores do que comumente registrados.

O exercício mais expressivo do retrabalho, isto é, o momento em que ele é mais destacado, se inicia na atuação dos sistemas de qualidade que ao identificar algum produto não conforme avalia sua causa, solicita as correções e reavalia até que o ciclo se dá por terminado quando o produto é considerado de fato pronto. Com base nisso, é esperado que nenhum processo de retrabalho passe pelo controle de qualidade sem estar devidamente inspecionado e aprovado pela gestão. Contudo há uma possibilidade de que reparos extras, decorrentes de desvios não previstos no projeto, possam ser requisitados nas etapas de entrega e é nesse momento que a atuação dos serviços de qualidade e a eficiência das medidas de reparo antes tomadas são colocados à prova pela primeira vez.

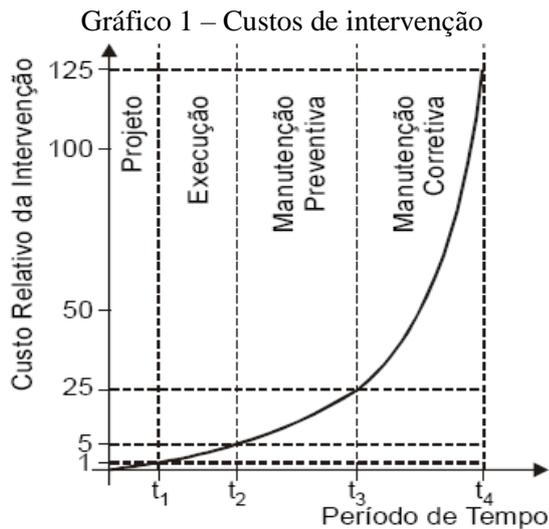
O efeito negativo gerado pela incidência de retrabalho se dá muitas vezes, pelo fato de serem tratados somente os sintomas e não as causas dos problemas, o que fica exemplificado quando se aplica reparos com caráter paliativo e não resolutivo, acumulando seus efeitos ao longo das etapas. Nesse sentido, pode-se estabelecer também

uma crítica as verificações do controle de qualidade que podem assegurar o aceite sobre o resultado final das correções, porém sem garantir com precisão a eficácia das medidas tomadas para atingir tal resultado.

Mesmo que as etapas da fase da obra tenham sido concluídas, na fase do pós-obra admite-se também o aparecimento de problemas ocultos que só ficam evidentes na fase de utilização, e é em consonância com essa questão, conforme visto durante o trabalho, que serviços como de assistência técnica foram criados, a fim de garantir sua regularização e ainda as manutenções que são exigíveis para manter a vida útil e desempenho do empreendimento.

Logo, por haver possibilidade de reexecutar algo já considerado pronto e apto para uso é que mais uma vez admite-se a aparição do retrabalho agora no pós-obra, sua incidência pode ser reflexo de falhas nas solicitações das etapas anteriores apresentando assim gastos ainda maiores atrelados às solicitações. Isto é, quando os problemas não são corrigidos na etapa em que se estabelece passam para as seguintes em um caráter cumulativo, elevando custos e desgastes para solucioná-los.

Helene [9] faz um resumo dos períodos, que segue ilustrada no gráfico 1. Na etapa de projeto o custo visando atender conformidades pode ser associado ao número 1 (um); na fase de execução, todo esforço extra representa um número 5 (cinco) vezes maior; quando se entra na fase de utilização e ao se olhar para manutenção, aumenta em 25 (cinco) vezes o custo quando preventiva quando comparada ao projeto e se corretiva será 125 (cento e vinte e cinco) vezes maior ao custo das medidas que poderiam ter sido tomadas quando no estabelecimento do projeto.



Fonte: Helene, [9].

Gastos com manutenções que antes deveriam estar atrelados somente à vida útil do empreendimento (preventiva), podem ser intensificados com a necessidade de ações corretivas pelo fato de haver retrabalhos encobertos ou falhas mal resolvidas.

Considerando esse raciocínio, a manutenção corretiva também poderia ser um indicador de retrabalho.

Helene [9] ainda destaca que as correções quanto mais rápidas serem executadas mais barato e duradouro será. Logo, o aparecimento do retrabalho nas etapas do pós-obra é um alerta indicador de que melhorias devem ser adotadas no processo construtivo, pois a constante repetição deste trás ainda mais prejuízos à construtora, demais envolvidos no processo e ao usuário final, não atendendo suas expectativas.

Nesse contexto, Peixoto [10] afirma que no processo construtivo, é a falta de planejamento das operações e o não alinhamento das varias etapas com o projeto os maiores causadores da incidência de retrabalho, que gera repetições de procedimentos já executados e já dados por concluídos, o que para ele não deixaria de ser um tipo de patologia dentro da obra. Na prática, a desagradável cultura de se pouco planejar e logo construir é o que mais potencializa os efeitos negativos, pois na maioria das construções o planejamento não

é todo elaborado antes de a obra ser iniciada, o que seria um dos maiores indicadores de propensão a erros durante a execução, com reflexos significativos no produto final e manutenções. Considerando então, que uma das maiores ferramentas de combate aos desgastes com o retrabalho são ações para um planejamento eficiente. Assim, se o projeto for consistente é mais propício que as inconformidades sejam minimizadas, o que diminui, portanto, a necessidade de adaptações e correções que impactam diretamente na produtividade e otimização dos pilares de qualidade, prazo e custo.

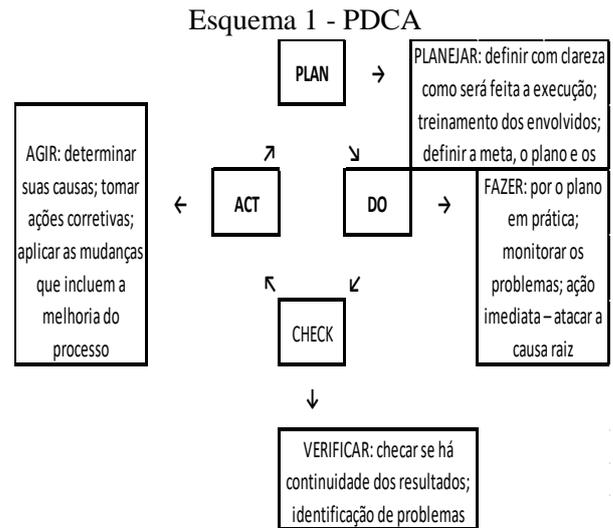
Para além da questão de adoção de um planejamento eficiente, a forma como é feita a gestão e o controle da obra merecem atenção. Tanto a aplicação de fichas de acompanhamento e emissão de relatórios sobre os retrabalhos implementados, bem como a busca pela melhoria da comunicação entre todos os envolvidos e a adoção de novas tecnologias, que abrangem desde técnicas construtivas até sistemas informatizados de gestão, trazem benefícios para empresa como a redução nos custos e prazos e aumento da competitividade. Nesse contexto, um dos exemplos mais recente e eficaz, porém pouco difundido no Brasil, é a ferramenta tecnológica conhecida como BIM (Building Information Model), que compatibiliza todos os projetos e procedimentos construtivos, o que ajuda a elevar a qualidade dos processos, reduzindo desperdícios e retrabalhos.

5. Considerações finais

Conforme explanado durante o desenvolvimento deste artigo, ao se olhar de maneira detalhada para os processos construtivos, principalmente àqueles referentes aos empreendimentos, é notória toda complexidade reunida pelos múltiplos processos, materiais e setores envolvidos e, por esse motivo o surgimento de falhas, erros e omissões podem se potencializar, resultando na necessidade da implantação de retrabalhos, tendo em vista o atendimento de conformidades.

De forma simplificada, uma obra se subdivide em três etapas: concepção, execução e entrega e o pós-obra (utilização). Diante da exposição dessas fases, ficou evidente não só a presença e impacto do retrabalho como também toda estrutura montada por parte das empresas para resguardar a qualidade de seus empreendimentos e imagem com clientes. De fato, esse tipo de pensamento vem sendo aos poucos assumido pelas empresas do ramo da Construção Civil, diante da necessidade do cumprimento de exigências legais, atendimentos normativos, e adequação a um mercado cada vez mais competitivo. Contam com setores de Qualidade, Assistência Técnica e Manutenção, e ainda há organizações externas de fiscalização que fazem parte deste grupo de atendimento e controle de não conformidades das edificações. Contudo, a adoção de procedimentos realmente satisfatórios pode não se efetivar, o que fica evidente quando exposto as análises de dados. De fato, os passos comuns já são conhecidos, mas com a inserção do elemento retrabalho fica ilustrado a importância de uma fiscalização eficaz e principalmente de um planejamento consistente no combate ao desgaste com o retrabalho. Mas, o retrabalho é intrínseco ao processo, ele vai sempre existir e é impertinente considerar que se pode extinguir sua atuação. Porém essa visão reduzida de apenas enxergar o retrabalho como uma ferramenta fruto de um procedimento natural, pode se tornar prejudicial na medida em que não se observa que sua recorrência não onera apenas em mais gastos, como também em atrasos, insatisfações e menos qualidade. Portanto, olhar para o retrabalho através de uma perspectiva mais ampla, se demonstra de maneira relevante para qualquer empresa e profissional da área, que devem evitar a recorrência de negligências em implantações, visando à redução da incidência de retrabalho por meio de um aperfeiçoamento contínuo através de uma gestão ativa preocupada com a qualidade em todas as fases da construção, utilizando-se de ferramentas precisas e suportes tecnológicos como o BIM. Em

resumo, uma obra civil é mais do que um processo construtivo complexo, pois tem seu valor de uso social, voltado ao usuário e por isso as discussões sobre o retrabalho devem ser intensificadas. Logo, o presente trabalho ao trazer à tona um olhar diferenciado sobre esse assunto, estimula não só sua continuidade como a criação de ferramentas e adequação de procedimentos que combatam o retrabalho, minimizando-o.



Fonte: Baseado em Tognetti, [11]

6. Referências bibliográficas

- [1] MASTENBROEK, Y. C. Reducing rework costs in construction projects: learning from rework in realized projects and avoiding rework in the future. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – University of Twente. Enschede, 2010.
- [2] CIMM. Centro de Informações Metal e Mecânica. O que é Retrabalho (resserviço)?, [s/d]. Disponível em: <<https://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/642-retrabalho-resservico>>. Acesso em: 20 mar. 2018
- [3] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO 9000 Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.
- [4] AGUILEIRA, C. G. Uma contribuição para a formulação de diretrizes para

- elaboração do manual do usuário de edifícios. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, 2005.
- [5] _____. NBR-14645. Elaboração do "como construído" (as built) para edificações. Rio de Janeiro, 2001.
- [6] BRASIL. Código Civil, Lei 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/110406.htm>. Acesso: 02 mai. 2018.
- [7] _____. NBR 5674. Manutenção de edificações: requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.
- [8] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15575. Edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- [9] HELENE, Paulo R. L., Manual para reparo, reforço e proteção da estrutura de concreto. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.
- [10] PEIXOTO, 2013. Retrabalho é patologia do processo de construção Massa Cinzenta. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/retrabalho-e-patologia-do-processo-de-construcao/>>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- [11] TOGNETTI, G. O que é qualidade? Conheça seus princípios e como aplicá-la na construção civil. Engenheiro no Canteiro, 2016. Disponível em: <<http://engenheironocanteiro.com.br/qualidade-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 05 mai. 2018.



Aplicação do Sistema Tracker em estruturas de Rastreo Solar

LEMOS, Luã.; RAMOS, Maiane.

Pós-graduando em Planejamento, Gestão e controle de Obras civis, NPPG/POLI - UFRJ.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 20 Out 2019

Revisão: 29 Out 2019

Aprovação: 01 Nov 2019

Palavras-chave:

Energia solar

Solar Tracker

Rastreo Solar

Resumo:

Examinando o atual panorama energético do mundo, a busca por fontes alternativas de energia se mostra cada vez mais necessária, uma destas fontes alternativas é a energia solar ou energia fotovoltaica, sistemas de rastreamento solar já são uma realidade que proporcionam um melhor aproveitamento do sistema devido a estrutura das placas acompanharem o movimento do sol, melhorando o seu índice de exposição. Este trabalho tem como finalidade realizar uma pesquisa bibliográfica, levantando os principais sistemas de rastreo solar do mercado, abordando de forma sucinta como funciona cada tecnologia e por fim demonstrar através de um exemplo de aplicação que os sistemas de rastreamento solares são superiores em capacidade de gerar energia, com investimentos menores devido a um número menor de placas fotovoltaicas em sistemas de rastreo se comparado com sistemas fixos, o sistema de rastreo solar utilizado é o da Solar Tracker e traz valores reais de mercado.

1. Introdução

O conceito de eficiência energética segundo Oliveira [1], é a atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia, ou seja, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado.

A energia solar é uma fonte inesgotável, tanto como fonte de calor quanto de luz. Hoje pode ser considerada uma das alternativas energéticas mais promissoras para prover a energia necessária para o desenvolvimento.

A energia solar é dividida em três partes diretas:

- Energia solar passiva, onde é responsável pela arquitetura bioclimática;
- Energia solar ativa, onde é inserida diretamente em relação a temperatura;

- Energia solar fotovoltaica, para produção de energia elétrica.

O efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839, por Edmond Becquerel, ele se resulta no aparecimento de um diferencial de potência nos terminais de uma célula eletroquímica causada pela absorção de luz.

A energia solar fotovoltaica é obtida diretamente através da conversão da luz em eletricidade. As principais tecnologias hoje no mercado na produção de células e módulos fotovoltaicos são: silício monocristalino, silício policristalino.

O consumo mundial de energia no ano de 2011, de acordo com *Trenberth et al*, foi cerca de 150 mil TW/h, no intervalo de duas horas a quantidade de energia solar recebida em toda superfície terrestre por hora foi de

cerca de 90 mil Tw/h, multiplicado por duas horas, é superior ao consumo energético anual global.

A radiação solar que chega à superfície terrestre pode ser constituída por três componentes. A radiação direta, que é aquela que provem diretamente da direção do Sol, a radiação difusa que é aquela que se espalha ao atingir a atmosfera, e no caso de haver uma superfície inclinada com relação ao horizonte, haverá um terceiro componente, chamado de albedo.

Com a crescente demanda por utilização de energias renováveis por parte dos consumidores finais, as tecnologias empregadas e a mão de obra especializada têm evoluído continuamente, e tornando mais viável do ponto de vista financeiro a aquisição de recursos alternativos de geração de energia.

Acompanhado disso resolução normativa número 482 [2] de 17 de abril de 2012, a qual possibilita a geração distribuída de fontes renováveis e estabelece as condições gerais de acesso a micro geração (centrais geradoras com potência instalada menor ou igual a 100kW) e mini geração (centrais geradoras com potência instalada superior a 100kW e menor ou igual a 1 MW) distribuída ao sistema de distribuição de energia elétrica, A partir desta resolução, o proprietário de uma pequena usina não necessita consumir toda a energia gerada, o excedente pode ser entregue a concessionária, recebendo créditos de energia, que podem ser recuperados conforme sua necessidade.

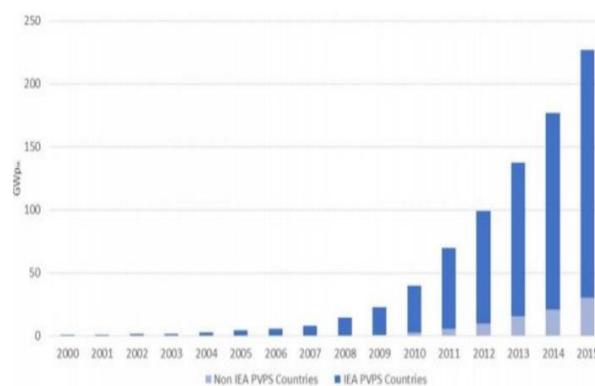
Segundo o ministério de minas e energias [3] o Brasil apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país 43,9% da oferta interna de Energia (OIE) é renovável, enquanto a média mundial é de 14%.

2. Desenvolvimento do Texto

Um dos grandes passos para o impulsionamento do mercado fotovoltaico no mundo foi a crise do petróleo de 1973, a partir

dali foi feito muito investimento para viabilizar a utilização dos módulos fotovoltaicos para fins comerciais. O mercado foi crescendo exponencialmente de forma gigantesca, a Figura 1 demonstra bem a evolução da produção mundial das células fotovoltaicas através dos anos.

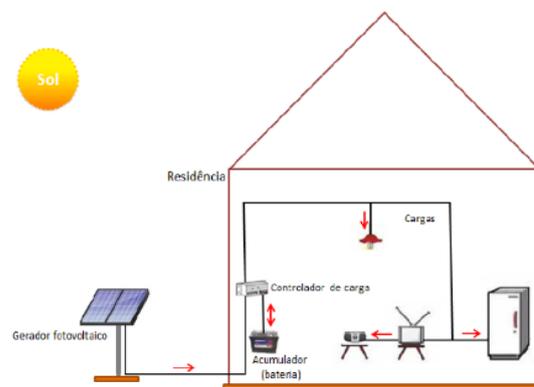
Figura 1 – Evolução da Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica



Fonte: IEA [4]

O processo de conversão da energia solar utiliza células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Quando a luz solar incide sobre uma célula fotovoltaica, os elétrons do material semicondutor são postos em movimento, desta forma gerando eletricidade.

Figura 2 - Modelo simplificado de sistema fotovoltaico domiciliar.



Fonte: CRESESB[5]

Um sistema fotovoltaico é constituído por um bloco gerador, um bloco de condicionamento de potência e, em alguns

casos, um bloco de armazenamento, como pode ser visto na Figura 2.

Atualmente, no Brasil há diversos centros de pesquisas especialistas atuando em estudos e aplicações para aproveitamento dessas tecnologias. Através disso o COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade, da ABNT) criou um grupo técnico sobre sistemas fotovoltaicos que foi responsável pela elaboração, entre outras, das Normas:

NBR 16149 Sistemas Fotovoltaicos (FV)- Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;

NBR16150 Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – procedimento de ensaio de conformidade.

Tabela 1 – Média anual para diferentes regiões do Brasil

Região	Produtividade kWh/kWp
Centro-Oeste	1460
Nordeste	1580
Norte	1500
Sudeste	1300
Sul	1250

Fonte: CRESESB[5]

O conhecimento da produtividade final típica de uma determinada região permite avaliar o desempenho de um sistema fotovoltaico na medida em que valores baixos em relação à média podem indicar problemas ou falhas de projeto, assim como valores elevados podem indicar um sistema bem dimensionado e conectado a uma rede elétrica de qualidade.

2.1 Células Fotovoltaicas

Uma célula fotovoltaica é um dispositivo responsável por converter a energia luminosa em energia elétrica. Um conjunto de células fotovoltaicas encapsuladas forma os chamados módulos fotovoltaicos também conhecido como placas solares ou painéis fotovoltaicos.

As células são produzidas com material semicondutor que, através do efeito fotovoltaico, convertem a radiação solar em energia elétrica.

Há vários tipos de células fotovoltaicas, ou seja, que utilizam tecnologias e/ou materiais diferentes, mas a mais popular (usada pelos fabricantes de painéis solares) é a que utiliza o silício cristalizado

2.2 Módulos Fotovoltaicas

Segundo a NBR 10899 (2013) [6], o módulo fotovoltaico é uma unidade básica formada por um conjunto de células fotovoltaicas, interligadas eletricamente e encapsuladas, com objetivo de gerar energia elétrica. As células fotovoltaicas são associadas eletricamente e encapsuladas para formar o módulo fotovoltaico. Um módulo pode ser constituído por um conjunto de 36 a 126 células fotovoltaicas associadas em série e/ou paralelo, dependendo dos parâmetros elétricos mais adequados à aplicação a que o módulo se destina. Estas células são soldadas em tiras, geralmente com soldagem realizada por iluminação com lâmpadas alógenas ou radiação laser. Depois de soldadas, as células são encapsuladas a fim de proporcionar resistência mecânica ao módulo fotovoltaico.

Tabela 2– Potencia média de alguns módulos do mercado

Tecnologia	Potência/área (Wp/m ²)
Si monocristalino – m-Si	150
Si policristalino – p-Si	135
Si amorfo – a-Si	85
Disseleneto de cobre-Índio (e Gálio) CI(G)S	100
Telureto de Cádmio - CdTe	110

Fonte: CRESESB[5]

A escolha de um módulo fotovoltaico depende de diversos fatores, como, custo, durabilidade, objetivo do projeto e etc. Cada tipo de modulo serve para um intuito e para atingir um público alvo, alguns são mais eficientes com o preco um pouco maior ou

outros com preço mais acessível. A Tabela 2 apresenta a potência média de alguns tipos de módulos em relação ao metro quadrado.

3. Sistema de Rastreo Solar

Um seguidor solar é um dispositivo que altera várias vezes a posição dos painéis fotovoltaicos durante o dia (Figura 3), seguindo o caminho do sol para aumentar a produção de energia solar do sistema fotovoltaico. O uso de seguidores solares é cada vez mais comum em usinas fotovoltaicas em outros países, uma vez que a indústria de energia solar tem provado continuamente os grandes benefícios que este sistema tem.

Figura 3 – Movimentação da placa solar seguindo o sol



Fonte: Solar Motors, 1993 [7]

A decisão de usar um rastreador solar ainda em uma análise de custo-benefício que vale a pena: Como por exemplo: 80% dos casos é possível atingir a produção que o cliente precisa e permanecer dentro da demanda contratada. A redução dos painéis devido ao aumento na produção diária, diminui a potência do inversor no ato do dimensionamento do sistema e automaticamente reduzindo o custo final para o cliente.

3.1 Modelos de seguidores solar

Existem muitos tipos de seguidores solares, variando em custo, complexidade e funções. Eles podem fazer o seguimento através de vários eixos e garantir diferentes níveis de precisão. Os principais modelos que serão abordados neste trabalho serão:

- Seguidor solar de eixo único;
- Seguidor solar de eixo horizontal;
- Seguidor de eixo vertical ou azimute;
- Seguidor de dois eixos;
- Seguidor de plataforma rotativa.

Quanto maior o ângulo de incidência solar, aquele entre a posição do Sol com a uma reta perpendicular ao painel, menor será a potência de geração de energia. Ao se utilizar um seguidor solar, este ângulo é reduzido a zero e a produção de energia passa a ser máxima ou muito próxima da máxima durante determinado dia e com a radiação existente.

Os dois ângulos mais importantes na captação da energia solar são o ângulo azimutal do sol, na determinada área de estudo e o ângulo de inclinação do painel fotovoltaico durante a captação da radiação solar, em relação ao próprio sol.

3.1.1 Seguidor solar de eixo único

Este tipo de seguidor tem um eixo Norte-Sul fixo num ângulo, normalmente o da latitude do local. Este eixo será adotado como eixo de rotação, garantindo a perpendicularidade do painel em relação aos raios de Sol nos equinócios da Primavera e de Outono.

Figura 4 – Seguidor solar de eixo unico

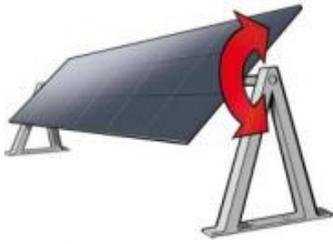


Fonte: Manual de engenharia fotovoltaica, 2014 [5]

3.1.2 Seguidor solar de eixo horizontal

Este seguidor tem um eixo horizontal que vai servir como pivô para os painéis, permitindo deste modo um seguimento sazonal do sol. São seguidores muito simples e de instalação muito econômica e com pouca manutenção. A sua eficiência não é tão grande como a dos outros seguidores, mas mesmo assim são uma opção a considerar quando o objetivo é aumentar a eficiência total do sistema, visto que este sistema pode suportar um grande número de painéis.

Figura 5 – Seguidor de eixo horizontal



Fonte: Manual de engenharia fotovoltaica, 2014 [5]

O sistema de eixo horizontal ao contrário de outros sistemas, não necessita de um sistema automático de seguimento, podendo antes funcionar através de uma série de posições fixas, determinadas anteriormente a instalação

3.1.3 Seguidor de dois eixos

Este seguidor tem um poste vertical que vai permitir movimento segundo o eixo E-W e um poste horizontal que vai permitir movimento segundo o eixo N-S. A armação sobre a qual os painéis vão ser montados está presa ao poste que permite o movimento N-S. Até hoje são o tipo de seguidor mais comuns, usado principalmente nos parques solares e em instalações de grandes dimensões.

Figura 6 – Seguidor de dois eixos



Fonte: Manual de engenharia fotovoltaica, 2014 [5]

A grande desvantagem deste tipo de seguidor é o esforço a que estão sujeitos, principalmente devido ao seu peso e ao fato de que tem que ser bloqueados sempre que se registar muito vento. Em muitas aplicações, devido à complexidade mecânica que é necessária para este tipo de seguidor não se tornam competitivos quando comparados com um seguidor vertical.

3.1.3 Seguidor de eixo vertical ou azimute

Neste tipo de seguidor o painel vai rodar sobre uma base fixa, ou seja, vai provocar uma variação do azimute ao longo do dia.

Figura 7 – Seguidor vertical ou de azimute

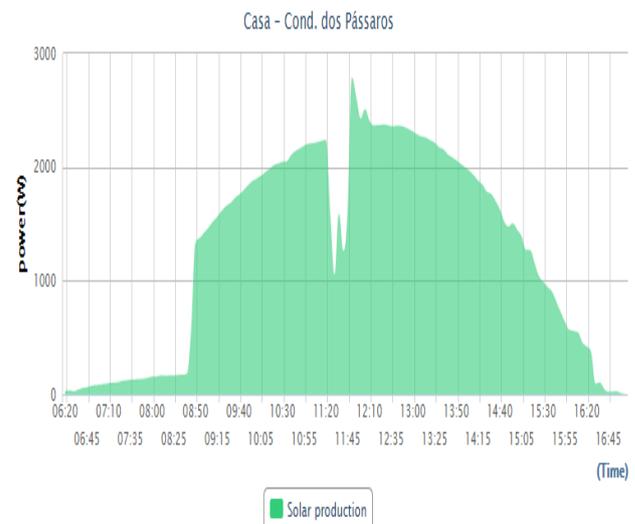


Fonte: Manual de engenharia fotovoltaica, 2014 [5]

4. Efeitos do Sombreamento em Placas Fotovoltaicas

No planejamento da instalação de sistemas fotovoltaicos, o local onde o painel será acomodado deve, antes de mais nada, ser criteriosamente analisado, considerando-se a incidência de luz nos diferentes períodos do dia, assim como nas quatro estações do ano. Dessa forma é possível aproveitar ao máximo o potencial dessa poderosa fonte.

Figura 8 – Produção energética



Fonte: Solarweb, 2018. [8]

Essa observação pode ser feita por exemplo por empresas como a *server growatt* empresa de sistemas fotovoltaicos, que

proporciona aos usuários de suas tecnologias gráficos diários, semanais e mensais, onde é possível verificar o sombreamento (figura 8).

O sistema fotovoltaico da figura 8 é fixo, e no horário de 6:20 h até 8:45 h observa-se uma pequena captação, esse fenômeno se dá devido ao sombreamento, problema muito comum em placas fixas.

Na figura 9 de um sistema fotovoltaico não fixo observa-se que essas interrupções pelo sombreamento são praticamente inexistentes.

Figura 9 Produção Energética



Fonte: Solarweb, 2018. [8]

Na figura 9, a produção energética apresenta uma linha com crescimento exponencial devido ao rastreador *Tracker*, diferente da figura 28 de modelo fixo. Os dados das figuras 8 e 9 são do mesmo dia e casas vizinhas.

5. Normas Para Módulos Fotovoltaicos

A Tabela 13 no apêndice C lista as normas nacionais e internacionais sobre módulos fotovoltaicos.

5.1. Registros de Módulos FV no Inmetro

A classificação das categorias de eficiência energética (A e E) é feita pelo Inmetro de acordo com as faixas de eficiência do módulo, como mostradas na Tabela 5.

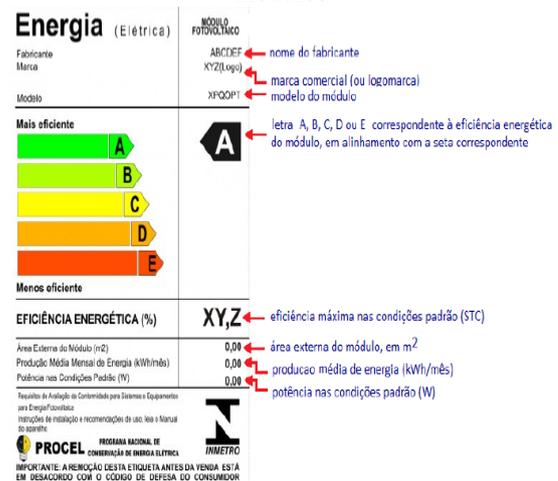
Tabela 3– Classificação de módulos fotovoltaicos no Brasil.

Classe	Faixa
A	Maior que 13,5%
B	Maior que 13% a 13,5%
C	Maior que 12% a 13%
D	Maior que 11% a 12%
E	Menor ou igual a 11%

Fonte INMETRO, 2019. [9]

Os módulos comercializados no Brasil devem ser ensaiados de acordo com o RAC do Inmetro, apresentar o registro e a etiqueta afixada na sua superfície posterior, como a da Figura 10.

Figura 10 – Modelo de etiqueta do Inmetro fixada nos módulos.



Fonte INMETRO, 2019[9]

6. Sistema Tracker

O sistema *Tracker* é uma tecnologia que pode aumentar significativamente a produção de energia produzida por painéis solares, ambos os módulos fotovoltaicos e coletores solares térmicos. O uso desta tecnologia é de extrema importância para obter uma produção satisfatória em seu projeto fotovoltaico.

Sistemas com seguidores solares geram mais energia do que os sistemas fixos. Isto ocorre devido ao aumento da exposição direta aos raios solares, esse ganho pode alcançar valores de 25 a 45%. De certa forma e com as

devidas características, faz sentido dizer que um sistema com seguidor solar que aumenta em 30% a produção de energia é semelhante a um sistema fixo 30% maior (contém mais painéis fotovoltaicos).

Outro aspecto muito importante a destacar é que, graças ao rastreamento solar não só a produção de energia aumenta, mas também melhora a forma como a potência é entregue. Na curva em cinza (curva menor) vemos uma evolução da produção de energia ao longo do dia, que aumenta gradualmente até chegando ao meio-dia, em seguida, retorna a diminuir. Mas, na curva verde (curva a, vemos a forma como abordamos a potência máxima desde o início da manhã e que esta produção é mantida até o final da tarde.

As desvantagens dos sistemas de rastreo solares são:

Sistemas com seguidores solares são ligeiramente mais caros, devido ao uso de tecnologias mais complexas e de peças móveis para seu funcionamento.

Mesmo com os avanços na confiabilidade, a manutenção necessária para manter o funcionamento de um sistema com seguidor solar é maior do que um sistema fixo, embora a qualidade do seguidor solar pode desempenhar um papel enquanto e quantas vezes essa manutenção será necessária.

Exigem uma maior preparação do local da instalação, cuidados com a mobilidade e com o cabeamento são necessários.

Seguidores solares são geralmente projetados para climas com pouca ou nenhuma neve, tornando-os uma solução mais viável em climas mais quentes. Um sistema fixo acomoda condições ambientais mais severas com mais facilidade do que os sistemas de rastreamento.

6.1 Informações Técnicas

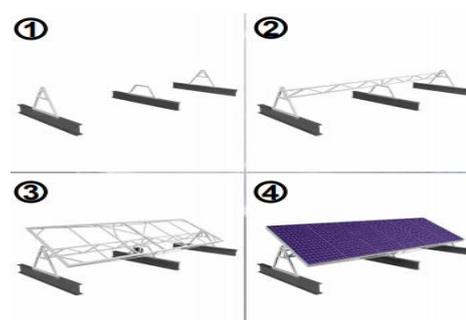
Um mecanismo que move ambos os eixos (azimute e elevação) oferece melhor desempenho - em termos de energia produzida - em comparação com outro, mas que move um único eixo mecânico, mas é

igualmente verdade que é mais complexo e caro.

É fácil de ver pouca utilidade para seguir o sol em eixo de elevação, em que a energia capturada é significativamente inferior para seguir o eixo de azimute.

Não é possível indicar com valores fixos um aumento na porcentagem que é obtida por movimento de um eixo em relação ao outro, porque muito depende da latitude da instalação do sistema.

Figura 11 – Estrutura mecânica de um solar Tracker



Fonte Solar Tracker Brazil, 2019[10]

6.1.1 Controle de posicionamento

O controle de posicionamento é uma parte muito importante do sistema. Um controle de posicionamento não confiável pode afetar qualquer cálculo complexo sobre a posição do Sol. Alguns fabricantes de rastreadores solares usam como dispositivos de feedback encoders ópticos, sensores Hall ou tecnologias similares. Estes sistemas são extremamente confiáveis, eles são, de fato muitas vezes utilizado para aplicações que requeiram uma precisão absoluta, porém existe um alto custo benefício, pois normalmente a aplicasse uma função chamada back-tracking. No entanto, a principal desvantagem da utilização destes dispositivos é o alto custo de compra. A tecnologia de feedback aplicada ao RTPL é muito funcional simples e barata, pois executamos esta função através de monitoramento de queda de tensão, levando mais um benefício de baixo custo.

6.1.2 Instalação e orientação do rastreados

Para instalar um rastreador solar devemos ter um espaço de área não-sombreada aberta (a ser verificado durante as diferentes estações do ano porque - como mencionado acima - o movimento aparente do Sol varia muito, dependendo Latitude) e proporcionar uma base firme. Em caso de instalação de várias unidades, é muito importante verificar a distância entre um e outro, para evitar possíveis sombreamento de outros rastreadores como já foi comentado anteriormente.

Figura 12 – Residência em Búzios



Fonte – Solar Tracker Brazil, 2019[10]

Uma primeira e aproximada orientação pode ser feita colocando a rastreadora perpendicular ao sol, uma vez que você iniciar o sistema, antes de fixar a estrutura mecânica. Uma orientação precisa é feita com clima de sol sem nuvens - durante o meio dia solar, - com sensor de proximidade sobre à posição zero e o centro de rotação mecânica do azimute.

7. Exemplo de aplicação

Após a demonstração teórica, sobre o sistema fotovoltaico e apresentação do sistema *Tracker*, torna-se necessário um exemplo prático, onde será demonstrado o potencial no sistema *Tracker* em placas fotovoltaicas.

O estudo será feito em uma residência de 2 pavimentos localizada na cidade de Cabo Frio, conforme planta baixa na figura 11 e 12 localizadas no apêndice A.

O levantamento de cargas elétricas seguirá a NBR 5410 (2005) [11], levando-se em

conta, tomadas de uso geral (TUG), tomadas de uso específicos (TUE) e iluminação para o cálculo de potência necessária.

O estudo de caso seguirá as seguintes premissas:

- Escolha do modelo fotovoltaico;
- Levantamento da média do consumo anual;
- Dimensionamento da quantidade de placas sem *Tracker*;
- Dimensionamento da quantidade de placas com *Tracker*;
- Custos.

Não será levado em consideração neste trabalho o cabeamento, dutos e nem divisão de fases, uma vez que o ponto principal do estudo é a resposta do sistema *Tracker* em placas solares.

A placa escolhida no estudo de caso segue os dados da tabela 3 e foi escolhida pela classificação “A” no IMMETRO[9].

7.1 Levantamento de cargas

A potência instalada assim como a descrição dos objetos segue na tabela 4 no apêndice A.

A potência instalada é da ordem de 39.27 kW e a demanda 14.82kVA.

O gerador solar fotovoltaico é dimensionado com base no consumo médio mensal de energia elétrica, tendo assim por características os dados a seguir:

Tabela 4 – Consumo estimado

Capacidade de Produção ao mês sem fator de 15% de perda	340 kWh/mês
Capacidade de Produção ao mês com fator de 15% inseridos	400 kWh/mês
Capacidade de Produção anual	4.800 kWh/ano

Fonte: Autor

O sistema fotovoltaico com e sem *Tracker* é dimensionado da mesma maneira, partindo da necessidade do cliente apontado na tabela 2, seguido da escolha do modelo da placa fotovoltaica tabela 3, de onde retira-se sua potência nominal que para esse estudo será de 325 Wp.

7.2 Sistema sem Tracker

O dimensionamento do sistema fotovoltaico, segue com o cálculo da potência da placa escolhida pela sua potência nominal, multiplicada pelo fator de incidência solar, que pode variar de 4.5 a 5.8 h/dia.

O coeficiente de incidência solar para este caso foi considerado de 4.7 após estudo realizado no site da CRESESB conforme figura 15 (Apêndice A) de irradiação solar em Cabo Frio, é necessário considerar um coeficiente de perda que para este modelo de placa o fabricante indica 15%.

Na tabela 5 segue o dimensionamento de potência da placa escolhida.

Tabela 5 – Dimensionamento potência de uma placa FV

Cálculo de dimensionamento	
Potência nominal	325 Wp
Incidência solar	4.7 h/m ²
Potência da placa (diário)	1525.5 Wp
Potência da placa (mensal)	45.83KWp

Fonte: Autor

Após encontrar a potência da placa fotovoltaica escolhida e tendo a média necessária, para encontrar a quantidade de placas que supra a necessidade é feito o produto da necessidade pela potência da placa conforme tabela 6.

Tabela 6 – Sistema sem Tracker

Potência necessária	400 kWh/mês
---------------------	-------------

Potência mensal de uma placa fv	45.83Kwp
Total de lacas FV necessárias	9

Fonte: Autor

O sistema será composto por módulos, inversores e todos os acessórios pertinentes a um gerador solar fotovoltaico, inclusive estrutura metálica articulada e acessórios de monitoração e instalação, conforme detalhado na tabela 11 (Anexo B). Os valores adotados na tabela 11 e 12 são provenientes de um estudo de mercado direto com o fabricante.

O valor da homologação é em cima do valor total das placas.

A instalação gira em torno de 1.4 a 2.3 por Wp.

O material elétrico e a logística são em cima do valor total dos materiais.

Valor do Gerador Solar Fotovoltaico completo 28 476.65 \$.

No valor final acima não foi considerada os insumos pertinentes a instalação bem como o lucro.

Estimando um custo de R\$ 1,02/kWh (ENEL) retirado da conta de luz, não levando em conta inflação, reajustes anuais, bandeiras tarifárias e contribuição com iluminação pública. Chega-se à conclusão de uma economia R\$ 4.896,00/ano, dando como tempo de retorno do investimento 5 anos e 2 meses.

7.3 Sistema com Tracker

O dimensionamento do sistema fotovoltaico com *Tracker*, segue o mesmo cálculo, potência da placa escolhida pela sua potência nominal, multiplicada pelo fator de incidência solar, porem o coeficiente de incidência solar é diferente, sendo indicado pelo fabricante Solar *Tracker Brazil*, o coeficiente de 7.5.

Tabela 7– Dimensionamento potência de uma placa FV com Tracker

Cálculo de dimensionamento	
----------------------------	--

Potência nominal	325 Wp
Incidência solar	7.5 h/m ²
Potência da placa (diário)	2437.5 Wp
Potência da placa (mensal)	73.13 Kwp

Fonte: Autor

Na tabela 7 segue-se o mesmo pensamento adotado no capítulo 7.2 para levantar a quantidade de placas necessárias ao sistema.

Tabela 8 – Sistema com *Tracker*

Potência necessária	400 kWh/mês
Potência mensal de uma placa fv	73.12Kwp
Total de placas FV necessárias	6

Fonte: Autor

Com a alteração do coeficiente de incidência solar devido a tecnologia *Tracker*, ocorreu um aumento de potência da placa solar, dando como resposta final uma quantidade menor de placas como apontado na tabela 8, uma economia de 3 placas (66%).

Na tabela 12 (apêndice C) segue a descrição dos componentes do gerador com o sistema *Tracker*. Foi utilizado quando possível os mesmos componentes para que não houvesse desvios grandes nos valores.

O valor da homologação é em cima do valor total das placas.

A instalação gira em torno de 1.4 a 2.3 por Wp.

O material elétrico e a logística são em cima do valor total dos materiais.

Valor do Gerador Solar Fotovoltaico completo 20.022.44 \$.

No valor final acima não foi considerada os insumos pertinentes a instalação bem como o lucro.

Estimando um custo de R\$ 1,02/kWh (ENEL), não levando em conta inflação, reajustes anuais, bandeiras tarifárias e contribuição com iluminação pública. Chega-se à conclusão de uma economia R\$ 4.896,00/ano, dando como tempo de retorno do investimento 4 anos.

7.4 Estudo de custo benefício

O sistema *Tracker*, traz um aumento de produção energética com uma quantidade menor de placas solares, nas tabelas 13 e 16 observamos que diminuíram 3 placas do sistema fixo em relação ao sistema *tracker*, o valor unitário da placa fotovoltaica era de 869 reais, o que diminui 2 607 \$ reais.

No apêndice D tabela 13, é possível verificar o comparativo de custo do sistema com *tracker* e sem sistema de rastreo solar.

8. Conclusão

Falando de uma forma muito generalizada, comparando com um sistema solar fixo um sistema de seguimento solar consegue aumentar a captação de luz solar em cerca de 50% na época de verão e em cerca de 20% na época do inverno, (conforme discutido no capítulo 4) no entanto estes valores podem ser diferentes tendo em conta a geolocalização do sistema, como foi no caso do exemplo estudado no estudo de caso, realizado na mesma localidade percebeu-se um aumento de mais de 30% de potência em relação ao sistema fixo, conforme analisado nos capítulos 7.2 e 7.3 deste trabalho.

Sistemas com seguidores solares são ligeiramente mais caros, devido ao uso de tecnologias mais complexas e de peças móveis para seu funcionamento.

Mesmo com os avanços, a manutenção necessária para manter o funcionamento de um sistema com seguidor solar é maior do que um sistema fixo, embora a qualidade do seguidor solar possa desempenhar um papel enquanto e quantas vezes essa manutenção será necessária. Exigem uma maior preparação do local da instalação, cuidados

com a mobilidade e com o cabeamento são necessários.

Salientando que os sistemas fotovoltaicos com rastreamento solar, apresentam melhor desempenho quando o assunto é sombreamento, como citado no capítulo 4 deste trabalho.

O custo do sistema fotovoltaico com *Tracker* apresentou um investimento menor comparado com o sistema fotovoltaico fixo.

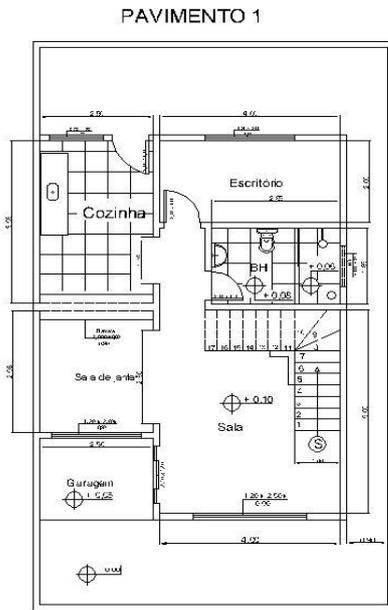
As 3 placas retiradas devido ao *Tracker* equivalem a 15 % do valor final do sistema, sendo um grande fator positivo ao sistema, que demonstrou excelente custo benefício, e como será visto no capítulo a seguir, não deixa a desejar em seus resultados.

9. Referencias

- [1] OLIVEIRA, L.B. Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos e abatimento de emissões de gases do efeito estufa, 2001.
- [2] ANELL - Agência Nacional de Energia Elétrica., Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso 20 de outubro 2019.
- [3] MME. Balanço energético nacional 2016 – ano base: 2016. Disponível em <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/balanco-energetico-nacional>>; acesso em 20/10/2019.
- [4] IEA. International Energy Agency. Snapshot of global photovoltaic markets. Mary Brunisholz, IEA PVPS, 2016.
- [5] CRESESB. Balanço energético nacional 2016 – ano base: 2014. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=publicacoes&task=livro&cid=481>>; acesso em 20/10/2019.
- [6] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10899 (2013): Energia solar fotovoltaica — Terminologia.
- [7] SOLAR CHOICE. Disponível em: <<http://www.solarchoice.net.au/blog/solar-trackers/>>. VIRILIO, P. O Espaço Crítico. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- [8] FRONIUS SOLAR WEB. Disponível em <https://www.solarweb.com/> . acessado em 12/08/2018.
- [9] INMETRO – Instituto Nacional de Meteorologia, Qualidade e Tecnologia. Disponível em ><http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/sistema-fotovoltaico.asp>> Acesso 20/10/2019.
- [10] SOLAR TRACKER BRAZIL. Disponível em ><https://www.solartrackerbrazil.com.br/home>> Acesso 20/10/2019.
- [11] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5410 (2008) Instalações elétricas de baixa tensão.
- [12] BOSH – Catálogo de placas fotovoltaicas. Disponível em ><https://www.unitron.com.br/catalogos/energia-solar/modulo-solar/bosch/bosch-solar-240w-module-c-si-m-60>>, Acesso 20/10/2019.
- [13] CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de S. Brito. Disponível em ><http://www.cresesb.cepel.br/>> Acesso 20/10/2019.

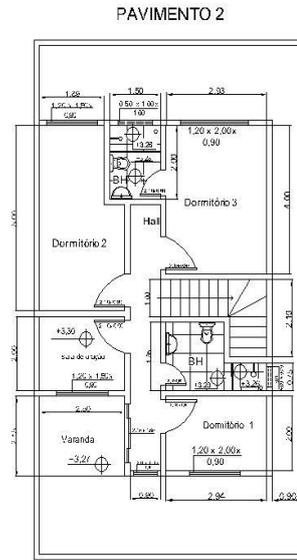
ANEXO A – Estudo de caso

Figura 13 – Planta baixa



Fonte – Próprio, 2018

Figura 14 – Planta baixa



Fonte – Próprio, 2018

Tabela 9 – Dados do modulo fotovoltaico

Dados do modulo fotovoltaico	
Fabricante	Canadian solar
Modelo	CS6U-315P
Tecnologia	Silicio Policristalino
Potência nominal	325 Wp
Perda de potência anual	0.80%
Área do Painei	1.94 M ²
Peso	22.4 kg
Tensão circuito aberto	45.1 V
Classificação na ENCE	A
Vida útil	25 anos

Fonte: Bosh [12]

Tabela 10 – Levantamento de carga

Descrição	W	Quantidade	Total
Lâmpada fluorescente 20 w	20	5	100
Lâmpada fluorescente 25 w	25	4	100
Lâmpada fluorescente 32 w	32	4	128
Lâmpada fluorescente 40 w	40	4	160
Chuveiro	5000	3	15000
Televisao	90	5	450
Ferro de passar roupa	1000	1	1000
Lavadora de roupa	1500	1	1500
Liquidificador	400	1	400
Secador de cabelo	1000	2	2000
Ventilador	100	3	300
Ventilador de teto	100	1	100
Ar condicionado 7500BTU'S	2.0 CV	2	4

Ar condicionado 1000BTU'S	3.0 CV	2	6
Batedeira	200	1	200
Cafeteira elétrica	1000	1	1000
Freezer	400	1	400
Forno de micro-ondas	1300	1	1300
Forno elétrico	1500	1	1500
Vídeo cassete	100	1	100
Cortador e grama	736	1	736

Fonte: Autor

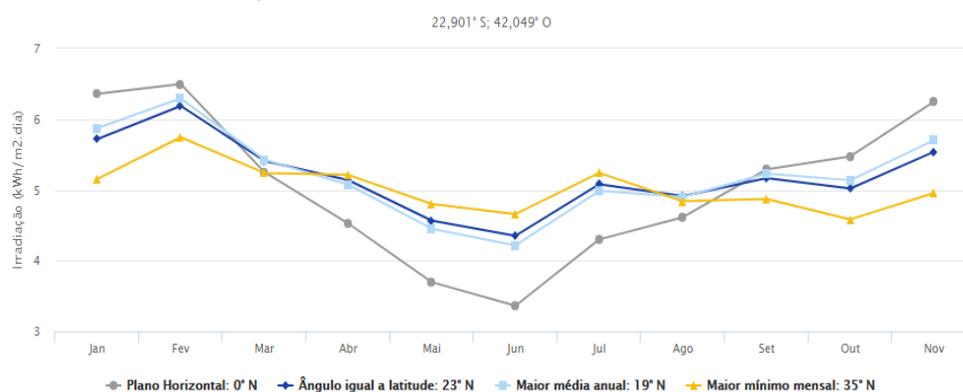
ANEXO B – Sistema sem Tracker

Figura 15 – Irradiação solar no plano inclinado, Cabo Frio

Estação: Cabo Frio
Município: Cabo Frio, RJ - BRASIL
Latitude: 22,901° S
Longitude: 42,049° O
Distância do ponto de ref. (22,879444° S; 42,016611° O): 3,9 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,36	6,50	5,25	4,53	3,70	3,36	3,43	4,30	4,61	5,29	5,48	6,25	4,92	3,14
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	23° N	5,72	6,19	5,41	5,14	4,57	4,35	4,33	5,08	4,91	5,17	5,02	5,54	5,12	1,86
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	19° N	5,87	6,29	5,43	5,08	4,45	4,22	4,21	4,99	4,90	5,23	5,14	5,70	5,13	2,08
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	35° N	5,15	5,75	5,24	5,21	4,80	4,66	4,60	5,24	4,84	4,87	4,58	4,96	4,99	1,16

Irradiação Solar no Plano Inclinado – Cabo Frio-Cabo Frio, RJ-BRASIL



Fonte: cresesb, 2018 [13]

Tabela 11 – Descrição dos componentes do Gerador solar fotovoltaico

Quantidade	Descrição	Valor unitário	Valor total
3	Estrutura Painel Solar Romagnole 411111/411113 RS-228 e RS-225 p/ telha ondulada p/ 4 placas	350.00	1050.00
9	Painéis solares policristalinos Canadian Solar 325 Wp	869.00	7821.00
1	Comissionamento elétrico e mecânico completo (cabos UV e conectores MC4)	2079.85	2079.85
1	Inversor Solar Fronius 4210069 Primo 3.0-1 WLAN	6928.00	6928.00
1	String Box Ecosolys 1000V 32A 01 ou 02 Entradas / 01 Saída c/ fusível	650.00	650.00
	Total de material		18.528.00
1	Material elétrico	10%	1852.80
1	Logística	5%	926.40
1	Homologação	5%	391.05
1	Risco	5%	926.40
1	Instalação	2	5850.00

Fonte: Autor

ANEXO C – Sistema com tracker

Tabela 12 – Descrição dos componentes do Gerador solar fotovoltaico

Quantidade	Descrição	Valor unitário	Valor total
6	Painéis solares policristalinos Canadian Solar 325 Wp	869.00	5214.00
1	Comissionamento elétrico e mecânico completo (cabos UV e conectores MC4)	1939.14	1939.14
1	Inversor Canadian Solar 41001345 CSI-1.5K-TL 1,5 kW. Monofásico 220V WLAN	3490.000	3490.00
1	Rastreador Solar modelo SIRIUS (para 6 módulos)	1500.00	1500.00
1	Central Smart-box de comando e proteção via PLC	300	300
1	String Box Ecosolys 1000V 32A 01 ou 02 Entradas / 01 Saída c/ fusível	650.00	650.00
	Total de material		13.843.00
1	Material elétrico	10%	1384.30
1	Logística	5%	692.15
1	Homologação	5%	260.7
1	Risco	5%	692.15
1	Instalação	2	3900

Fonte: Autor

ANEXO C – Estudo de custo

Tabela 13 – Comparativo

Componentes	Custo com <i>Tracker</i>	Custo sem <i>Tracker</i>
Estrutura Painel Solar	Não se aplica	1050.00 \$
Painéis solares	5214.00 \$	7821.00 \$
Inversor Solar	3490.00 \$	6828.00 \$
Rastreador Solar	1500.00 \$	Não se aplica
Central <i>Smart-box</i>	300 \$	Não se aplica
<i>String Box</i>	650.00 \$	650.00 \$
Material elétrico	1384.30 \$	1852.80 \$
Logística	692.15 \$	926.40 \$
Homologação	260.7 \$	391.05 \$
Risco	692.15 \$	926.40 \$
Instalação	3900 \$	5850.00 \$
<i>Total</i>	20 772.44 \$	28 476.65 \$

Fonte: Autor

Tabela 14 – Lista das normas nacionais e internacionais sobre módulos fotovoltaicos.

Órgão	Código	Descrição	Aplicação
IEC – Comissão Internacional Eletrotécnicas	61215: 2005	Estabelece ensaios de qualificação para módulos fotovoltaicos	Módulos de Silício monocristalino e policristalino
	61646: 2008	Estabelece ensaios de qualificação para módulos fotovoltaicos	Módulos de filmes Finos
	61730-2: 2004	Estabelece ensaios para verificação da segurança elétrica e mecânica	Módulos fotovoltaicos
	61701: 2011	Estabelece o procedimento de ensaio da resistência de módulos a corrosão	Módulos fotovoltaicos
	62108: 2007	Estabelece ensaios de qualificação para módulos fotovoltaicos	Módulos fotovoltaicos com concentração
ABNT	NBR11876:2010	Estabelece requisitos e critérios de aceitação de módulos fotovoltaicos	Módulos fotovoltaicos

INM ETR O	Portaria nº 004, de 04 de janeiro de 2011	Especifica os procedimentos de ensaio para etiquetagem de módulos.	Módulos fotovoltaicos
-----------------	---	---	-----------------------

Fonte: Autor