

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**CATEGORIA 1**

**METODOLOGIA DE FISCALIZAÇÃO DA FASE DE IMPLANTAÇÃO DE  
EMPREENDIMENTOS DO METRÔ DE SÃO PAULO**

**AUTORES**

Marco Antonio Rosatti Filho, Luiz Felipe Penteadó Francisco,

**COAUTORES**

Andreia Cristina Rodrigues, Fernando Martins Pedro, Rodrigo Rhodes Silva, Camila de Castro Jacinavicius, Susana de Paula Pagnossim, Vitor Amadeu Ferreira Alcântara, Mario Luis Carneiro, Rodrigo Barbosa Lopes, Ayres Rodrigues Gonçalves.

**INTRODUÇÃO**

O transporte está intimamente ligado à qualidade de vida das pessoas nas grandes cidades, o tempo gastos nos deslocamentos devido às grandes distâncias e ao trânsito, a lotação do transporte público e a poluição são alguns dos fatores que impactam negativamente na vida das pessoas. Segundo Campos (2006 apud SIQUEIRA; LIMA, 2015) a gestão de transportes deve contemplar o contexto socioeconômico da cidade, visando proporcionar acesso aos bens e serviços de forma eficiente para todos, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual, sem comprometer as futuras gerações.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



De acordo com a estimativa do IBGE (2019) a cidade de São Paulo tem 12.252.023 habitantes. Incluindo a população das outras cidades que compõem a região metropolitana, alcança o número de 21,7 milhões de habitantes, o que faz com que a Região Metropolitana de São Paulo esteja entre as 10 regiões metropolitanas mais populosas do mundo.

Neste contexto o transporte metroferroviário mostra-se vital para a mobilidade na cidade de São Paulo. Este tipo de transporte propicia rapidez, segurança, regularidade, baixa poluição sonora, redução dos tempos de deslocamento, do uso do espaço urbano, da emissão de gases poluentes e do número de acidentes de trânsito, melhora a qualidade de vida do cidadão, sendo capaz de tornar o consumo total de viagens menos impactante sobre o meio ambiente do que outros meios de transporte e tendo uma função estruturadora para o sistema de transporte dos grandes centros urbanos (ANPTRILHOS, 2017).

A rede metroferroviária da cidade de São Paulo é formada pela rede de trens metropolitanos, administrada pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), e pela rede metroviária, na qual parte é operada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP) e parte foi concedida à iniciativa privada. Neste trabalho será dado enfoque à rede metroviária. Segundo dados do site do Governo do Estado de São Paulo a rede atual conta com 101 quilômetros de extensão, 89 estações e transporta mais de 1 bilhão de pessoas por ano, sendo que as seis linhas em operação foram implantadas pela CMSP.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



A CMSP é uma empresa pública, controlada pelo Governo do Estado de São Paulo sob gestão da Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Foi constituída em 24 de abril de 1968 e é responsável pela operação e expansão da rede metroviária e pelo planejamento de transporte de passageiros da Região Metropolitana de São Paulo (Site do Metrô). A CMSP é responsável pelos empreendimentos de expansão desde as fases iniciais, pesquisa de origem e destino, planejamento da rede, estudos de viabilidade, projetos funcionais e assim por diante. Quando chega na fase de implantação dos empreendimentos o papel da CMSP é o de contratante das empresas executoras e projetistas, sendo responsável pela gestão dos empreendimentos, coordenando todas as partes interessadas para a execução das obras, e o de fiscalizadora.

De acordo com o manual de obras públicas do Tribunal de Contas da União (TCU, 2014), a “fiscalização é a atividade que deve ser realizada de modo sistemático pelo contratante e seus prepostos, com a finalidade de verificar o cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas em todos os seus aspectos”. Já de acordo com a resolução nº1010 do CONFEA a fiscalização é “a atividade que envolve a inspeção e o controle técnico-sistemáticos do processo, com a finalidade de examinar ou verificar se sua execução obedece ao projeto e às especificações e prazos estabelecidos”. Porém para esse trabalho o termo “fiscalização técnica e operacional na fase de implantação dos empreendimentos de expansão” é utilizado para descrever os processos de gerenciamento do escopo, da qualidade, do custo e do cronograma durante a fase de obras dos empreendimentos, buscando o sucesso dos

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



empreendimentos e que cada uma das empresas contratadas cumpra o escopo contratado, dentro do prazo definido, no custo planejado e com a qualidade requerida. Não estão incluídos os processos de fiscalização técnica dos projetos, de meio ambiente, segurança do trabalho, comunicação social, fiscalização administrativa dos contratos e fiscalização por órgãos de controle.

Apesar dos recursos investidos, a velocidade de crescimento da rede metroviária não acompanhou o crescimento da cidade, crises, mudanças de estratégia das políticas públicas e até a complexidade das obras fizeram com que isso acontecesse. Para exemplificar, na tabela 1 foram compilados os dados obtidos pelo site ArchDaily (2015), referentes ao ano de 2014.

**Tabela 1: Extensão e quantidade de passageiros nos metrô no Mundo**

Cidade	Extensão (km)	pass (10 <sup>6</sup> )/ano	Relação pass (10 <sup>6</sup> )/ano/km
Nova York	1062	1750	1,65
Paris	214	1500	7,01
Londres	402	1270	3,16
Pequim	465	3400	7,31
Tóquio	310	3200	10,32
São Paulo	77	895	11,62

Fonte: Adaptado de ArchDaily (2015)

Na última coluna foi calculada a relação entre a quantidade de passageiros por ano e a extensão da rede, onde é possível observar que São Paulo possui o maior valor, o que é desfavorável. Por tudo isso, é imprescindível que a rede seja expandida, fato que tem

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



exigido um alto investimento do Governo do Estado de São Paulo e um grande esforço da CMSP para aprimorar os processos de gestão dos empreendimentos.

A construção civil é uma indústria complexa e tem enfrentado muitos desafios para o aumento da produtividade. Dados de uma pesquisa feita pelo Mackinsey Global Institute (2017) mostram que são gastos anualmente aproximadamente 10 trilhões de dólares no setor da construção, o equivalente a 13% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, que o setor da construção emprega 7% da força de trabalho do planeta, sendo responsável pela construção das estruturas aonde se vive, produz-se energia, materiais, matérias primas e pela infraestrutura, revelam a importância do setor. Contudo essa mesma pesquisa mostra que nos Estados Unidos, enquanto a manufatura e a agricultura tiveram a produtividade aumentada de 10 a 15 vezes desde os anos 1950, a produtividade do setor da construção é praticamente a mesma de 80 anos atrás.

Para melhorar este panorama muitos autores têm estudado e muitas experiências têm sido feitas ao longo dos anos para aplicar técnicas, metodologias e ferramentas de sucesso da indústria da manufatura nos canteiros de obra. Contudo, há aspectos singularidades do setor da construção que fazem com que haja muita dificuldade na implantação dessas melhorias.

~~\* ————— Orientação: na manufatura busca-se gerir o processo com foco para o método, já na construção a ênfase está em produzir com foco no produto final.~~

Formatado: -Parágrafo

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



■

~~\* **Medição de desempenho:** na manufatura as entradas dos processos são constantes, por isso mede-se o desempenho a partir da medição das saídas, podendo focar no método, buscando a identificação de atividades desnecessárias, paradas e outras perdas que impedem que seja atingida uma maior eficiência. Na construção o desempenho é medido pelas entradas dos processos, pois como o trabalho pode ser muito variável, as horas de trabalho e a quantidade de material são parte da equação.~~

~~\* **Ambiente de trabalho e nível de incerteza:** Na manufatura os recursos estão disponíveis, a sequência de operação é fixa, a área de trabalho não fica congestionada, o ambiente de trabalho é controlado e, devido ao baixo grau de incerteza, é possível manter um nível de estoque mínimo. Por sua vez, na construção há recursos de diversos tipos e quantidades, o trabalho e o local mudam constantemente, as áreas ficam congestionadas, o ambiente não é controlado, as condições climáticas afetam os trabalhos, há problemas de projeto, quebras de equipamentos, falta de materiais e outras incertezas que exigem maneiras de gestão diferentes.~~

\* **Recursos e requisitos:** Na manufatura os materiais são menos diversos, os equipamentos são normalmente estacionários e desenvolvidos para uma única função, a força de trabalho é praticamente constante, o trabalho é sequencial e o produto final

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



~~é padronizado. Já na construção os materiais são diversos, os equipamentos geralmente são utilizados para muitos fins e por muitas equipes, a força de trabalho é variável e em muitos casos a relação entre as tarefas chega a ser praticamente simbiótica (um serviço afeta o outro exigindo retrabalho de ambos), além disso os produtos finais são bastante diversos.~~

Neste cenário, além da complexidade inerente às construções, as obras de expansão da rede metroviária da cidade de São Paulo enfrentam outros desafios que as tornam ainda mais complexas, como a interferência com o meio urbano, impactos no sistema viário, desapropriações, interferências com concessionárias, necessidade de autorizações de diversos órgãos, áreas contaminadas, achados arqueológicos, complexidade no licenciamento dos empreendimentos, além do porte das obras, com uma grande quantidade de partes interessadas e diversos contratos sendo geridos simultaneamente em um ciclo de produção extenso.

As obras de expansão da CMSP podem ser classificadas como megaprojetos, pois se enquadram nas características definidas por Flyvbjerg (2014) apud Cole (2017) "larga escala, empreendimentos complexos que normalmente custam US\$1 bilhão ou mais, levam muitos anos para o desenvolvimento e construção, envolvem múltiplas partes interessadas, públicas e privadas, são transformacionais e impactam milhões de pessoas".

~~Com relação à padronização das atividades de fiscalização das obras, a primeira certificação em gestão da qualidade de acordo com a norma NBR ISO 9001, para essas~~

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



~~atividades, foi recebida pela CMSP em 2007. Nessa época todas as atividades de fiscalização das obras civis estavam concentradas em uma única Gerência. Contudo, ao longo dos anos o cenário foi se modificando e a estrutura da empresa sofreu alterações.~~

Atualmente a CMSP está implantando simultaneamente as linhas 4, 5, 15 e 17 e, para garantir uma gestão mais ágil dos empreendimentos, foram criadas gerências autônomas responsáveis pelas obras de expansão de cada uma das linhas. Apesar de todas as gerências serem oriundas da mesma, os processos de fiscalização das obras de expansão foram sendo adaptados, e hoje, ainda que existam muitos processos semelhantes, não há um padrão para a fiscalização das obras de expansão. ~~Cabe salientar que as gerências que possuem um sistema de gestão da qualidade certificado possuem muitos processos controlados, mas com um enfoque maior para a fiscalização da qualidade, por isso a CMSP enxergou uma grande possibilidade de ganho no desenvolvimento e implementação de um processo padronizado para a fiscalização integrada dos empreendimentos de expansão, incorporando processos de escopo, cronograma e custo, além da qualidade.~~

~~Do ponto de vista legal, recentemente entrou em vigor a Lei 13.303, de 30 de junho de 2016, conhecida como “Lei das Estatais” porque regula as atividades das empresas públicas em seus processos de contratação, licitação, gestão de contratos e, também, nos processos que envolvem governança corporativa ou *compliance*. Alguns dos principais benefícios previstos com essa lei são: aumentar a competitividade das empresas estatais no mercado; reduzir o “engessamento” das empresas estatais;~~

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



~~propiciar uma relação mais equilibrada entre as empresas públicas e privadas; e criar mecanismos para inibir a corrupção. Essa lei tem impactos diretos nas obras de expansão da CMSP, mas por ter entrado em vigor recentemente, ainda carece de um maior amadurecimento dos envolvidos para a utilização dos instrumentos por ela estabelecidos (como por exemplo a análise dos benefícios a longo prazo, remuneração variável, sustentabilidade e inovações) e consequentemente o atingimento dos benefícios esperados.~~

Com relação à padronização, Davenport (2005) cita que, dentro de uma empresa, a padronização pode facilitar as comunicações sobre como a empresa opera, possibilitar transferências tranquilas através dos limites do processo e tornar possível medidas comparativas de desempenho. Entre empresas, processos padronizados podem facilitar o comércio pelas mesmas razões – melhor comunicação, transferências mais eficientes e análise comparativa de desempenho. Ainda com relação à padronização, segundo Ishikawa (1985 apud Ambrozvic 2003) *“nem um pouco do sucesso japonês na Qualidade teria sido possível se nós não tivéssemos unido o progresso em controle de Qualidade com avanços na padronização”*.

Por isso a CMSP enxergou uma grande possibilidade de ganho no desenvolvimento e implementação de um processo padronizado para a fiscalização integrada dos empreendimentos de expansão, incorporando processos de escopo, cronograma e custo e qualidade, visando a melhora dos processos de gestão, da qualidade do produto final, da comunicação e da transferência de dados; propiciando, ainda, a melhoria

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



continua e a inovação, e colaborando para o aumento das chances de sucesso dos empreendimentos de expansão. E os benefícios citados vão muito além das fronteiras da empresa, pois o metrô é um sistema de transporte muito relevante para a cidade de São Paulo.

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**  
**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Grandes projetos de infraestrutura não só no Brasil, como em diversos países do mundo, sofrem problemas que afetam o cronograma, o custo e a qualidade. “Qualidade, custo e cronograma são conceitos interrelacionados, pois os três têm um papel central na literatura referente à construção. Juntos, eles são conhecidos como o “triângulo de ferro” e estão ligados ao sucesso de um projeto (LARSEN et al. 2016).

Segundo Larsen e al. (2016), a definição mais comum para o atraso das obras foi feita por O’Brien (1976) “é um atraso além do prazo contratual acordado ou da data em que as partes acordaram para a entrega de um projeto”.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



O aumento de custos é definido por Flyvbjerg et al. (2002) apud Larsen e al. (2016) como O aumento de custos é definido por Flyvbjerg et al. (2002) apud Larsen e al. (2016) como O aumento de custos é definido por Flyvbjerg et al. (2002) apud Larsen e al. (2016) como O aumento de custos é definido por Flyvbjerg et al. (2002) apud Larsen e al. (2016) como O aumento de custos é definido por Flyvbjerg et al. (2002) apud Larsen e al. (2016) como a diferença entre o custo atual (ou custo final do projeto) e o custo estimado (ou custo planejado) e segundo Adam, Josephson e Lindahl (2017) é um fenômeno global. Com relação ao aumento de custos, Flyvbjerg (2004) cita que aproximadamente nove entre dez obras de infraestrutura em transporte sofrem aumento de custo (analisados projetos em vinte nações em cinco continentes).

De acordo com Baloi e Price (2003) apud Adam, Josephson e Lindahl (2017) a grande maioria (63%) dos 1778 projetos de construção financiados pelo Banco Mundial excedem o orçamento. De acordo com dados do próprio Banco Mundial, nos países em desenvolvimento essa situação é ainda mais grave, pois a corrupção tem um impacto de 10 a 30% dos valores de um único contrato (ADAM, JOSEPHSON e LINDAHL, 2017).

“Em análise 15 projetos de metrô na Coreia não houve um único empreendimento em que não ocorresse aumento de custos. 10 entre os 15 tiveram aumentos de custo entre 25 e 50% e nenhum deles acima disso” (LEE, 2008). Ainda falando de aumento dos custos, com relação à complexidade e à longa duração das grandes obras de infraestrutura Flyvbjerg (2004) cita que “projetos com longos períodos de duração,

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



mesmo que planejados, são significativamente mais propensos a sofrer aumento de custo”.

Já com relação à qualidade há muita dificuldade em se definir a gestão da qualidade para projetos de construção, por conta da baixa padronização, tamanho dos projetos e da quantidade de partes interessadas. Assim, a definição da gestão da qualidade deve ser o nível de completude do projeto de acordo com as expectativas do cliente e do usuário final (LOUSHINE et al. 2006 apud LARSEN et al., 2016).

A Norma ISO 9000 (2015) define qualidade como “o grau em que um conjunto de características inerentes de um objeto satisfaz requisitos”. Porém qualidade é um conceito relativamente abrangente e complexo, não existindo um consenso sobre sua conceituação. O conceito vem se ampliando ao longo dos anos, incorporando novas ideias (BERSSANETI; BOUER, 2013). O resumo da evolução do conceito, consolidado pelos autores, está representado na tabela 2.

**Tabela 2: Evolução do conceito da qualidade**

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Conceito	Período	Foco	Princípios	Pontos Fracos	Ferramentas
Adequação ao padrão	Anos 1950	Controle do produto	Avaliar produto com padrão (gabarito). Corrigir eventuais desvios.	Inspeção não melhora a qualidade. Retrabalho e rejeições.	Inspeção 100%
Adequação ao uso	Anos 1960	Controle do produto	Evitar a insatisfação dos clientes. Rejeitar produtos fora do padrão.	Riscos para o cliente final. Conflitos entre áreas funcionais.	Inspeção por amostragem
Adequação ao custo	Anos 1970 e 1980	Controle do processo	Processo estáveis. Redução da variabilidade.	Pode ser copiado por empresas com custos mais baixos.	Controle estatístico de processo. Ferramentas básicas da qualidade.
Adequação às necessidades latentes	Anos 1980 e 1990	Qualidade no projeto do produto e do processo	Satisfação de todos os interessados. Ênfase no projeto do produto e do processo.	Exige muita rapidez e alta flexibilidade.	Desdobramento da função qualidade. Delineamento de experimentos. Método de Taguchi.
Fidelização dos clientes	Anos 2000 aos dias atuais	Qualidade no projeto do produto e do processo	Satisfação do cliente final. Conquista da fidelidade. Expectativa criada deve ser igual à qualidade percebida.	Exige comunicação rápida, sistemática e eficiente. Necessita de disposição para planejar.	Ferramentas de análise de riscos. (Fmea, APP, Hazop, Matriz de riscos).

Formatado: Espaço Depois de: 0 pt

Fonte: Berssaneti e Bouer (2013)

Liu e Walker (1998) apud Larsen (2016) citam que definir o sucesso do projeto como qualidade é desafiador por conta da variabilidade de opiniões e requisitos. A definição tradicional de qualidade em projetos está estruturada nas dimensões custo, prazo e qualidade, conhecida como triângulo de ferro, mas é sabido que existem muitas outras variáveis que afetam o sucesso, e que projetos considerados fracassados na visão tradicional, podem ser considerados de sucessos quando analisadas outras dimensões (BERSSANETI; BOUER, 2013). De acordo com Chirinéa (2018) “a maior dificuldade do gerenciamento de obras é a unicidade dos produtos, o que gera elevada quantidade de improvisações nos canteiros de obra, acarretando em perda da qualidade e queda da produtividade.”

**DIAGNÓSTICO**

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



A CMSP é uma empresa pública, controlada pelo Governo do Estado de São Paulo. É responsável pelo planejamento, projeto, construção e operação do sistema de transporte metroviário na Região Metropolitana de São Paulo. Fundada em 1968, conta hoje com aproximadamente 8500 funcionários, opera uma rede com 101,1 quilômetros de extensão e 89 estações, sendo que 27 delas são operadas por empresas privadas (ViaQuatro e ViaMobilidade), nas linhas operadas pela CMSP são transportados aproximadamente quatro milhões de pessoas por dia e atualmente conta com obras de expansão nas linhas 2, 4, 15 e 17.

A estrutura organizacional é dividida em cinco diretorias (Finanças, Engenharia e Planejamento, Assuntos Corporativos, Operações e Comercial), sendo que a responsabilidade pelos empreendimentos de expansão, desde o planejamento da rede até a execução das obras é a Diretoria de Engenharia e Planejamento (DE). A DE possui seis gerências, das quais uma é responsável pelos projetos básicos, uma outra responsável pelo planejamento e meio ambiente e quatro delas são Gerências de Empreendimento, responsáveis pelos projetos executivos, obras civis, implantação de sistemas e material rodante, incluindo todas as ações necessárias para viabilizar a implantação dos empreendimentos de expansão até a entrega para a fase de uso, operação e manutenção.

A Companhia sofreu diversas transformações ao longo dos últimos 51 anos impulsionadas por mudanças no controle da empresa, crises, novas formas de investimento, financiamento e modelos de contratação, mudanças na legislação,

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



inovações tecnológicas, alterações no mercado, possibilidade de novos negócios e outras fontes de renda. Atualmente os maiores desafios são transportar cada vez mais passageiros, com elevado padrão de conforto, segurança e confiabilidade, viabilizar a expansão da rede, reduzindo a tendência de atrasos e sobrecusto nas obras, e trabalhar com a escassez de recursos públicos e com o aumento da concorrência, se mantendo competitiva.

A CMSP é reconhecida mundialmente pela elevada qualidade operacional, porém, com relação à velocidade de expansão da rede, muitos problemas têm feito com que os prazos das obras não sejam cumpridos e os custos sejam superiores aos orçamentos iniciais, necessitando de maiores investimentos do Governo do Estado de São Paulo e retardando a inauguração de linhas essenciais para a mobilidade urbana da cidade de São Paulo.

Para mudar esse contexto, acompanhar as mudanças e adotar as melhores práticas de gestão, a CMSP vem investindo continuamente no aprimoramento dos seus processos. Em 2013 foi criada uma Gerência ligada à Presidência, responsável pelo escritório de gerenciamento de projetos corporativo (PMO), ligada diretamente à Presidência. ~~De acordo com o Project Management Institute (2017) o “escritório de gerenciamento de projetos é uma estrutura organizacional que padroniza os processos de governança relacionados a projetos e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas e técnicas”.~~ A partir daí foram desenvolvidos e implementados processos e

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



ferramentas que dão apoio à gestão dos empreendimentos, dentre eles destacam-se os processos de Controle Integrado de Mudanças, Lições Aprendidas e Gestão de Riscos.

Além disso, a partir de 2016 foi incluído na estrutura funcional da Companhia um Escritório de Gerenciamento de Projetos da Diretoria de Engenharia e Planejamento (PMO/DE), além do PMO corporativo. Com o objetivo de padronizar e aprimorar as atividades de gerenciamento dos empreendimentos de expansão a partir das melhores práticas, o PMO/DE deu início a projetos com equipes multidisciplinares formadas por representantes de várias Gerências.

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do planejamento e controle na

~~Antes do início do projeto do projeto PMO/DE-002 “Padronização dos processos de~~

~~fiscalização (técnica e operacional) da implantação dos empreendimentos de~~

~~expansão”, o PMO/DE deu início ao~~O primeiro projeto, PMO/DE-001 “Padronização do

planejamento e controle na implantação dos empreendimentos” ~~. Os resultados desse~~

~~projeto para a rotina de fiscalização foram a definição~~definiu de alguns processos das

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



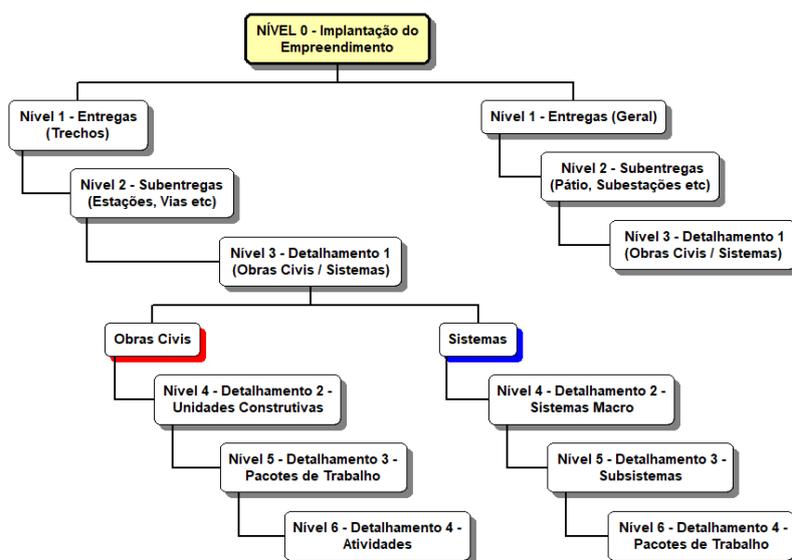
áreas de conhecimento de escopo e cronograma, conforme o detalhado na 6ª edição do Guia PMBOK (PMI, 2017), como a definição da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) padrão para os empreendimentos (figura 12) e o dicionário da EAP para os empreendimentos de metrô e monotrilho<sup>1</sup>. ~~Ainda conforme o Guia PMBOK, EAP é a decomposição hierárquica de todo o trabalho do projeto em pacotes menores e mais facilmente gerenciáveis, já o dicionário é um documento complementar que fornece informações detalhadas sobre entregas, atividades e agendamento de cada componente da EAP. Segundo o guia PMBOK, a EAP e o dicionário da EAP, juntos com declaração de escopo, compõem a linha de base de escopo, sendo utilizado como base de comparação para o monitoramento e controle do projeto.~~

O projeto PMO/DE-001 ainda definiu um critério de ponderação único baseado no peso financeiro de cada pacote de trabalho/subsistema para calcular o avanço físico, de acordo com a EAP, permitindo o monitoramento e controle dos cronogramas de implantação dos empreendimentos de forma padronizada. Também elaborou um modelo de relatório padronizado para o monitoramento dos indicadores de cronograma dos empreendimentos.

---

<sup>1</sup> A EAP é a decomposição hierárquica de todo o trabalho do projeto em pacotes menores e mais facilmente gerenciáveis, já o dicionário é um documento complementar que fornece informações detalhadas sobre entregas, atividades e agendamento de cada componente da EAP. A EAP e o dicionário da EAP, juntos com declaração de escopo, compõem a linha de base de escopo, sendo utilizado como base de comparação para o monitoramento e controle do projeto (PMI, 2017).

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**Formatado:** Centralizado, Espaço Depois de: 0 pt, Espaçamento entre linhas: simples

**Figura 1: Estrutura Analítica do Projeto - EAP para os Empreendimentos de Expansão**  
 Após a conclusão dos trabalhos do projeto PMO/DE-001, o PMO/DE deu início ao projeto de PMO/DE-002 “Padronização dos processos de fiscalização (técnica e operacional) da implantação dos empreendimentos de expansão”. A equipe do projeto foi definida pelo PMO/DE em conjunto com as Gerências de Empreendimento, contou com oito integrantes, todos funcionários da CMSP, cuja dedicação ao projeto foi parcial, ou seja, ao longo do projeto os integrantes da equipe mantinham suas atribuições junto às Gerências de Expansão.

~~Nos subitens a seguir o registro do processo de aprimoramento e padronização da fiscalização da fase de implantação dos empreendimentos de expansão da CMSP é registrado da seguinte forma:~~

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



### Iniciação do projeto

#### Iniciação do projeto

~~Planejamento do projeto:~~ É descrito como foi feito o planejamento do projeto PMO/DE-002, incluindo a pesquisa das melhores práticas e a definição da EAP do projeto;

~~Processos de fiscalização:~~ são descritos os processos e as rotinas definidas no projeto PMO/DE-002;

~~Implementação da nova rotina de fiscalização:~~ são registradas as ações para colocar em prática a nova rotina de fiscalização pelos funcionários das Gerências de Empreendimento, incluindo os treinamentos a revisão dos instrumentos normativos e das minutas contratuais.

#### Iniciação do projeto

A atividade que marcou o processo de iniciação do projeto foi o desenvolvimento do termo de abertura do projeto. Esse termo formalizou o início do projeto e contemplando: objetivo, mapeamento das partes interessadas, justificativa, declaração de escopo, premissas, riscos, restrições, observações e outras informações pertinentes ao projeto.

~~Com relação ao escopo do projeto, é importante citar que assim com o projeto PMO/DE-001 ele se limitou à fase de implantação dos empreendimentos. Também não fez parte desse projeto a definição da ferramenta integrada que será utilizada para a fiscalização, mas sim a definição e estabilização do processo, de forma que seja facilitada a~~

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



~~implementação de uma ferramenta integrada futuramente. Por fim foi definido que seria tratada apenas a rotina para a fiscalização técnica e operacional, se excluindo atividades como a gestão contratual, a gestão técnica dos projetos executivos e a fiscalização por órgãos de controle, como dito anteriormente.~~

### Planejamento do projeto

Na etapa de planejamento do projeto o primeiro processo foi o detalhamento do escopo do projeto definido no termo de abertura. Para isso foram realizadas três principais atividades: pesquisa das práticas atuais nas Gerências de Expansão (benchmarking interno), pesquisa na literatura e encontros com outras empresas do mercado (benchmarking externo). “O benchmarking envolve a comparação de práticas de projetos reais ou planejados, ou dos padrões de qualidade do projeto, com as de projetos comparáveis, para identificar as melhores práticas, gerar ideias para melhorias e fornecer uma base para medir o desempenho” (PMI, 2017).

Para a pesquisa das práticas atuais em cada uma das Gerências de Expansão, a equipe do projeto desenvolveu um questionário a partir de um brainstorming<sup>2</sup> realizado pela equipe do projeto, de forma a estruturar a pesquisa. Foram definidas 10 questões gerais (ex.: Há algum procedimento para a entrega para o cliente final? Como são fiscalizados os Pré-comissionamentos e Comissionamentos? Como são arquivados os registros/evidências (fotos, atas, RSDs e outros registros)?), 18 relacionadas à

---

<sup>2</sup> Brainstorming é uma técnica utilizada para identificar uma lista de ideias em um curto intervalo de tempo (PMI, 2017).

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



fiscalização da qualidade (ex.: Como são divididas as responsabilidades pela Fiscalização da Qualidade? São utilizados formulários padrões (FVS, BIM, TLM...)? Quais são? Qual é a percepção da fiscalização quanto ao atendimento da Contratada ao seu próprio PGQ? Como é verificado esse atendimento?), 10 relacionadas a fiscalização do cronograma (ex.: Como são divididas as responsabilidades pela Fiscalização do Cronograma? São realizadas reuniões regulares para análise do avanço físico? São reuniões específicas para algumas frentes ou do Empreendimento como um todo? Há a participação da área de planejamento?) e 13 relacionadas à fiscalização do custo (ex.: Como são divididas as responsabilidades pela Fiscalização do Custo? São claros os valores orçados para cada unidade construtiva? É possível fazer o controle do custo de cada unidade construtiva?). Cada integrante do projeto foi responsável por preencher os dados da sua respectiva gerência. Os resultados foram registrados em uma matriz e discutidos pela equipe do projeto, ajudando a entender a situação atual e a aproveitar as melhores práticas na metodologia de fiscalização que seria desenvolvida.

Paralelamente foi feita uma pesquisa na literatura, foram estudados manuais de órgãos de controle, prefeituras, governos e outras empresas, nacionais e internacionais, foram feitas pesquisas em artigos científicos sobre os temas de gestão de projetos e fiscalização de obras, com foco em grandes obras de infraestrutura. Mesmo depois da etapa de planejamento, a equipe do projeto seguiu pesquisando publicações atuais para estruturar os processos de fiscalização.

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Foram realizados encontros com quatro empresas do mercado. Uma grande construtora com mais de 70 anos de atuação no mercado nacional e internacional, responsável por projetos de infraestrutura, industriais, mobilidade urbana, energia, óleo e gás que vem passando por grandes mudanças nos processos com a aplicação dos conceitos do *Lean Construction*<sup>3</sup> e da tecnologia *BIM*<sup>4</sup>. Uma grande multinacional com mais de 100 anos de atuação no Brasil com divisões de negócios nas áreas de energia, indústria, infraestrutura e saúde, com 12 fábricas, 7 centros de pesquisa e desenvolvimento e 13 escritórios regionais, que apresentou o modelo de governança dos projetos da empresa. E duas empresas de tecnologia com produtos voltados à gestão de empreendimentos da construção civil, onde foram apresentados o funcionamento dos sistemas, a integração entre os processos de gestão do custo, cronograma e qualidade, as interfaces, além de funcionalidades como a utilização de *QR code* nas obras, a comunicação com as partes interessadas, acesso à documentação técnica, possibilidade de upload de fotos e utilização durante a fase de uso e operação dos empreendimentos.

Ainda na etapa de planejamento, foi criada a EAP do projeto, o dicionário da EAP, com o detalhamento do escopo, e foi desenvolvido o cronograma.

---

<sup>3</sup> *Lean Construction* é uma teoria derivada do *Lean Thinking*, esse último surgiu na manufatura por volta de 1950 a partir do *Toyota Production System* (TPS). O primeiro autor a escrever sobre *Lean Construction* foi Koskela em 1992. A teoria da gestão da produção enxuta visa gerar valor enquanto elimina desperdícios (DAKHILI; LAFHAJ; BERNARD, 2017).

<sup>4</sup> *BIM (Building Information Modeling)* é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento para obter informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida; definido desde a sua concepção até a demolição (National Institute of Building Sciences).

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**Figura 2: EAP do projeto PMO/DE-002**

**Formatado:** Centralizado

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



### Processos de fiscalização

Neste tópico estão descritas as rotinas definidas no projeto PMO/DE-002, para a fiscalização da fase de implantação dos empreendimentos de expansão. Para a realização do projeto e na apresentação nesse trabalho os processos foram divididos em três áreas do conhecimento: Cronograma, Custo e Qualidade.

#### 1. Fiscalização do Cronograma

A partir das definições dos processos de escopo (EAP e dicionário da EAP), do sistema de monitoramento e controle do cronograma dos empreendimentos e dos processos de Controle Integrado de Mudanças, Lições Aprendidas e Gestão de Riscos, citados anteriormente, foi definido o processo de fiscalização do cronograma.

O ponto de partida foi o sistema de controle da produção chamado *The Last Planner System*®, desenvolvido por Ballard (2000). Analisando a indústria da construção, Ballard e Howell (1994 apud DAIKHLI; LAFHAJ; BOS, 2016) notaram que somente metade das atividades planejadas eram executadas em campo por semana.

**Formatado:** Fonte: Itálico

Segundo Ballard (2000), o planejamento e controle das construções é feito por diferentes pessoas, em diferentes áreas da organização e em tempos diferentes. Em um alto nível o planejamento foca nos objetivos globais e restrições. Depois há um nível

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



mais baixo do processo de planejamento, que especifica os meios para atingir esses objetivos. Por fim, alguém (indivíduo ou grupo) decide o que especificamente será realizado, sendo que esse último é chamado *Last Planner*.

Formatado: Fonte: Itálico

Figueiredo (2009 apud Chirinéa, 2018) explica que, por serem complexos e terem grande variabilidade dos processos que os constituem, os empreendimentos de construção civil precisam ter seus planejamentos divididos em diferentes níveis temporais. Ainda com relação ao planejamento, Hanna e Skiffington (2010 apud LARSEN et al., 2016) dizem que “o aprofundamento do planejamento do projeto de construção permite ao contratante ser mais proativo do que reativo quanto aos fatores críticos que afetam o projeto”.

~~Além desse sistema, o processo de fiscalização do cronograma foi definido pela equipe do projeto levando em conta a realidade da CMSP, como contratante e responsável pela fiscalização das obras, as práticas internas e externas, levantadas pela equipe do projeto, conforme exposto na fase de planejamento.~~ O fluxograma do processo está representado na figura 23. Cada uma das etapas do processo foi detalhada utilizando o

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



método adaptado<sup>5</sup> 5W1H, onde as letras representam as iniciais das interrogações:

*What* – O quê; *Who* – Quem; *Where* – Onde; *When* – Quando; *Why* – Por quê; e *How* – Como.

**Cronograma físico de longo prazo**

É o cronograma contratual, elaborado pela Contratada a partir das informações e restrições definidas pelo Metrô no edital de licitação.

Este cronograma deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e ser detalhado até o nível de pacote de trabalho/subsistemas da EAP.

O objetivo deste cronograma é fornecer uma visão geral do Contrato e servir como instrumento da gestão contratual.

---

<sup>5</sup> Adaptado, pois o método original é conhecido como 5W2H ou as 7 perguntas (AMBROZEWICZ, 2003). No caso desse projeto a pergunta *how much* – quanto, não foi incluída para o detalhamento do processo.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA  
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

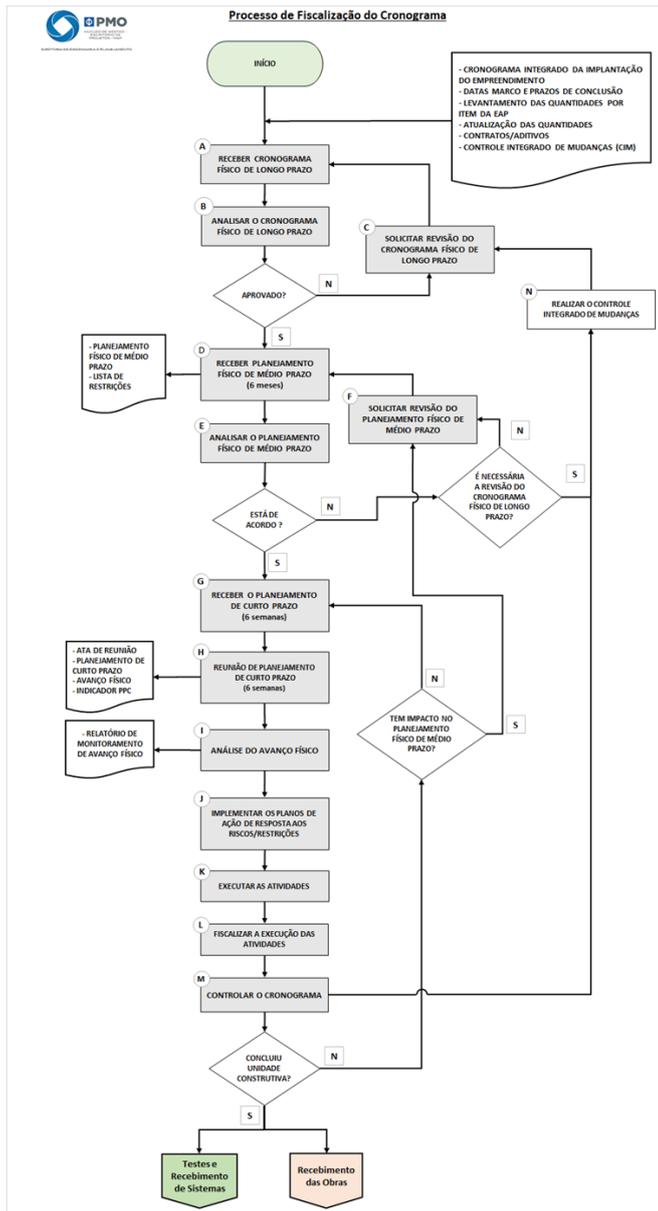


Figura 2: Fluxograma de Fiscalização do Cronograma – projeto PMO/DE-002

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



A metodologia utiliza o conceito de ondas sucessivas, de forma que o trabalho a ser executado a curto prazo é planejado em detalhe, ao passo que o trabalho mais adiante no tempo é planejado em um nível mais alto. A divisão adotada foi a proposta por Ballard e Howell (1998 apud Chirinéa 2018) “Longo prazo – pretende-se realizar; Médio prazo – pode-se realizar; Curto prazo – irá ser realizado, pois as restrições foram removidas”. Dessa forma o cronograma dos contratos foi desdobrado nos instrumentos a seguir:

**1.1. Cronograma físico de longo prazo**

É o cronograma contratual, elaborado pela Contratada a partir das informações e restrições definidas pelo Metrô no edital de licitação.

Este cronograma deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e ser detalhado até o nível de pacote de trabalho/subsistemas da EAP.

O objetivo deste cronograma é fornecer uma visão geral do Contrato e servir como instrumento da gestão contratual.

**Planejamento físico de médio prazo**

~~A metodologia utiliza o conceito de ondas sucessivas, de forma que o trabalho a ser executado a curto prazo é planejado em detalhe, ao passo que o trabalho mais adiante no tempo é planejado em um nível mais alto. A divisão adotada foi a proposta por Ballard e Howell (1998 apud Chirinéa 2018) “Longo prazo – pretende-se realizar; Médio prazo – pode se realizar; Curto prazo – irá ser realizado, pois as restrições foram~~

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



~~removidas”. Dessa forma o cronograma dos contratos foi desdobrado nos instrumentos a seguir:~~

~~**1.3.1.1. Cronograma físico de longo prazo**~~

~~É o cronograma contratual, elaborado pela Contratada a partir das informações e restrições definidas pelo Metrô no edital de licitação.~~

~~Este cronograma deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e ser detalhado até o nível de pacote de trabalho/subsistemas da EAP.~~

~~O objetivo deste cronograma é fornecer uma visão geral do Contrato e servir como instrumento da gestão contratual.~~

**1.7.1.2. Planejamento físico de médio prazo**

Deve ser apresentado pela Contratada mensalmente e detalhar as atividades dos 6 meses subsequentes, respeitando as datas marco e o cronograma físico de longo prazo. Além disso, deve ser entregue uma lista com as restrições e premissas associadas ao ID de cada atividade.

Este cronograma deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e ser detalhado até o nível de atividade da EAP.

O objetivo deste planejamento é fornecer uma visão de médio prazo, mais precisa e mais detalhada, permitindo a antecipação de problemas, a definição de ações para retirar as restrições mapeadas, e garantindo que as atividades possam ser executadas,

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



o cronograma físico de longo prazo seja atendido e conseqüentemente as metas do empreendimento sejam cumpridas.

### **1.8.1.3. Planejamento de curto prazo**

Deve ser apresentado pela Contratada semanalmente, detalhando as atividades das próximas 6 semanas (semana atual e as 5 semanas subsequentes), além dos registros da semana recém terminada.

Esta programação deve ser desenvolvida conforme planilha modelo e as atividades devem ser decompostas em subatividades com duração máxima de 10 dias. O Planejamento deve ser consolidado entre as equipes de fiscalização das obras e do planejamento da CMSP e de produção e planejamento da Contratada, na reunião de planejamento de curto prazo.

O objetivo deste planejamento é fornecer uma visão de curto prazo, que permita criar uma programação real composta por atividades que possam ser efetivamente realizadas, levando em consideração recursos físicos e equipamentos, pendências técnicas, interfaces, interferências e outras restrições que inviabilizem a execução do planejamento.

A reunião de planejamento de curto prazo tem como objetivo consolidar o planejamento das próximas 6 semanas, definir ações necessárias para remover as restrições que eventualmente impeçam a execução de alguma atividade e analisar o desempenho da semana anterior, comparando o que foi planejado e o que foi realizado,

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



registrando os desvios e definindo planos de ação para que seja atendido o planejamento físico de médio prazo e consequentemente o cronograma físico de longo prazo.

O processo de Fiscalização do Cronograma é o desdobramento dos processos de elaboração, análise e as ações de monitoramento e controle definidas a partir desses instrumentos, até a efetiva conclusão do escopo contratado.

Para o monitoramento e controle dos empreendimentos foram definidos três indicadores:

- **Desempenho do Avanço Físico (DAF):** Analisa o desempenho do avanço realizado em relação ao Planejamento Físico de Longo Prazo. É obtido pela razão entre o percentual de Avanço Físico Realizado acumulado e o percentual de Avanço Físico Planejado acumulado, expresso em valor decimal:

$$DAF = \frac{\%AF_{R.acum}}{\%AF_{P.acum}} ; \begin{array}{l} DAF < 1,0 - \text{Atraso;} \\ DAF = 1,0 - \text{No Prazo;} \\ DAF > 1,0 - \text{Adiantado} \end{array} \quad (1)$$

Este indicador é calculado mensalmente e foi definido a partir da metodologia Padronizada de Planejamento e Controle da Implantação dos Empreendimentos (projeto PMO/DE-001).

- **Desvio de Prazo (DP):** Analisa o desvio no prazo de execução do avanço realizado em relação ao Cronograma Físico de Longo Prazo, sendo obtido graficamente a partir do gráfico do avanço físico planejado x realizado (Curva S), calculado em

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



dias. Desta forma quanto menor o valor de Desvio de Prazo, melhor será o desempenho e quanto maior for o valor do Desvio de Prazo maior o nível de alerta para o gestor sobre atividades que poderão impactar nos prazos.

Este indicador é calculado mensalmente e foi definido a partir da metodologia Padronizada de Planejamento e Controle da Implantação dos Empreendimentos (projeto PMO/DE-001).

- **Percentual do Programado Concluído (PPC):** Analisa a qualidade do Planejamento Físico de Curto Prazo através do quociente entre as atividades realizadas e as planejadas na semana anterior, expresso em percentagem:

$$PPC = \frac{B}{A}; \quad \begin{array}{l} A - \text{Quantidade de atividades planejadas para conclusão na semana;} \\ B - \text{Quantidade de atividades concluídas na semana.} \end{array} \quad (2)$$

Dessa forma quanto mais próximo de 100% melhor é a qualidade do planejamento, pois indica uma alta precisão.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



## **2. Fiscalização do Custo**

O processo de fiscalização do custo foi dividido em dois processos principais, Planejamento Financeiro e Controle de Custos.

### **2.1. Planejamento Financeiro**

Tem como objetivo aumentar a previsibilidade financeira do desenvolvimento dos contratos e conseqüentemente dos Empreendimentos. Trata o planejamento financeiro como consequência do planejamento físico, auxiliando no provisionamento de recursos.

Utiliza conceitos semelhantes aos utilizados para a fiscalização do cronograma, como a divisão do planejamento em níveis temporais e em ondas sucessivas, dividindo o cronograma financeiro em dois instrumentos:

- **Cronograma Financeiro de Longo Prazo:** É o cronograma contratual, elaborado pela Contratada em conformidade com o Cronograma Físico de Longo Prazo.

Este cronograma deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e detalhado até o nível de unidades construtivas da EAP.

O objetivo deste cronograma é fornecer uma visão geral do Contrato e servir como instrumento da gestão contratual.

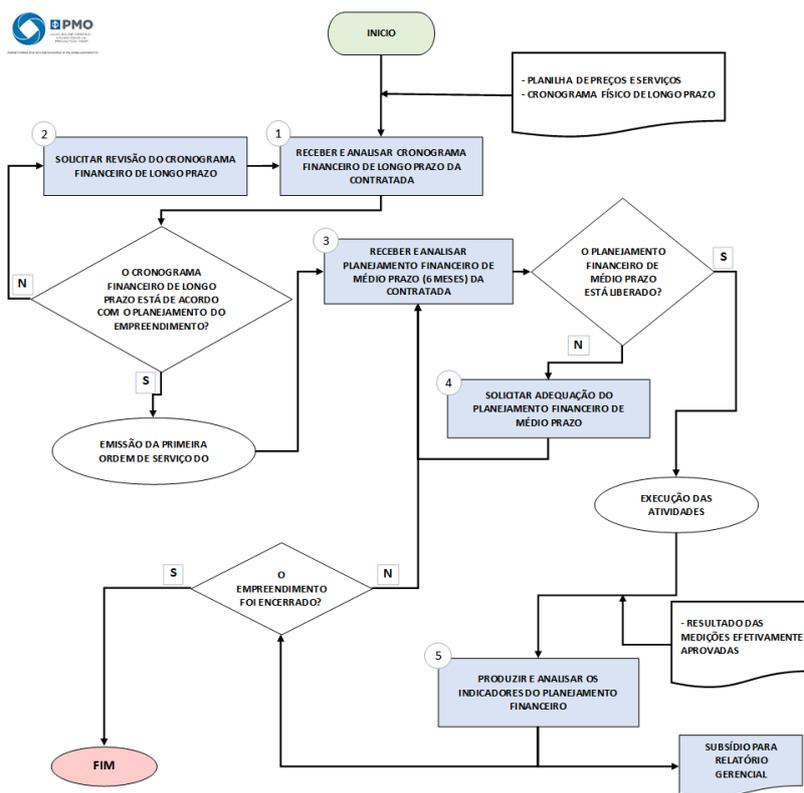
- **Planejamento Financeiro de Médio Prazo:** Deve ser apresentado pela Contratada mensalmente e detalhar os 6 meses subsequentes, respeitando o cronograma financeiro de longo prazo e o Planejamento Físico de Médio Prazo.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Este planejamento deve ser desenvolvido conforme estabelecido no contrato e ser detalhado também até o nível de unidade construtiva da EAP. É analisado e validado pela GE.

O objetivo deste planejamento é fornecer uma visão de médio prazo, mais precisa e detalhada, permitindo a uma maior assertividade no provisionamento dos recursos e uma análise mais apurada do planejamento das Contratadas.



**Figura 3: Fluxograma – Fiscalização do Planejamento Financeiro**

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



O processo de Planejamento Financeiro é o desdobramento da rotina de elaboração, análise e as ações de monitoramento e controle definidas a partir desses instrumentos, até a efetiva conclusão do escopo contratado.

Para o monitoramento e controle dos empreendimentos foram definidos dois indicadores:

- **Varição do planejamento financeiro (VPF):** Analisa a qualidade do planejamento financeiro elaborado pela contratada, comparando o valor previsto com o efetivamente realizado, expresso em percentagem:

$$VPF = \left( \frac{\text{Valor Medido} - \text{Valor Planejado}}{\text{Valor Planejado}} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

Dessa forma quanto mais próximo de 0, melhor é a qualidade do planejamento, pois indica uma alta precisão.

- **Varição da medição (VM):** Analisa a qualidade da medição elaborada pela contratada, comparando o valor apresentado com o valor atestado na medição. Com o objetivo de mitigar a cobrança indevida de serviços não executados, expresso em percentagem:

$$VM = \left( \frac{\text{Valor Medido} - \text{Valor Apresentado}}{\text{Valor Apresentado}} \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

Dessa forma quanto mais próximo de 0 “zero”, melhor é a qualidade da medição apresentada, pois indica uma alta precisão.

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



### 2.2. Controle de Custos

Tem como objetivo reduzir os desvios de custo dos empreendimentos e antecipar as ações necessárias para o controle, através da comparação dos custos planejados, com os efetivamente realizados e com o avanço físico executado, e do cálculo das tendências dos contratos e dos empreendimentos.

A metodologia utilizada foi adaptada do conceito de análise do valor agregado e está alinhada com as melhores práticas de controle de custo realizadas em empreendimentos de infraestrutura em todo o mundo

Para o Controle de Custos foram estabelecidos três indicadores que podem ser aplicados individualmente para os contratos e também para o controle de custos dos Empreendimentos:

- **Varição de Custos (VC):** mede a quantidade de déficit ou excedente orçamentário em determinado momento do empreendimento e é obtido através da subtração do valor planejado pelo custo real para cada pacote de trabalho. Expresso em valor monetário (R\$), de forma que valores negativos indicam custo acima e valores positivos indicam custo abaixo do previsto:

$$VC = \text{Valor Planejado Efetivo}^6 - \text{Custo Real} \quad (5)$$

<sup>6</sup> O cálculo do Valor Planejado Efetivo é obtido através da multiplicação do valor financeiro total previsto para cada Unidade Construtiva/Sistema Macro, na data base dos Contratos (Io), pela evolução física registrada acumulada (%).

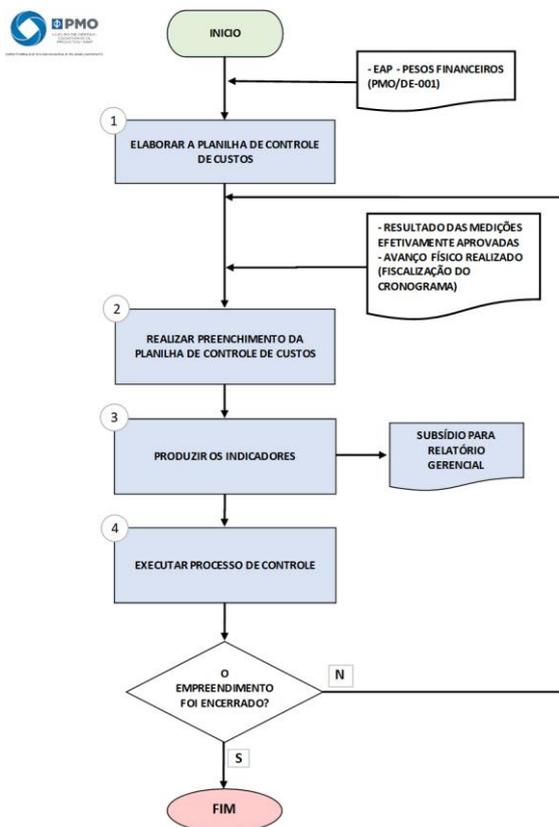


Figura 4: Fluxograma – Controle do Custo

- **Índice de Performance de Custos (IPC):** é uma medida de eficiência de custos dos recursos orçados e é obtido através da divisão entre o valor planejado pelo custo real para cada pacote de trabalho. Expresso em valor decimal, de forma

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



que valores menores do que 1 indicam custo acima do previsto, e valores maiores do que 1 indicam custo abaixo do previsto:

$$IPC = \left( \frac{\text{Valor Planejado Efetivo}}{\text{Custo Real}} \right) \quad (6)$$

- **Estimativa no Término (ENT):** A partir do desempenho anterior (Custo Real) e dos custos planejados (orçamento), faz um prognóstico das tendências dos custos do Empreendimento.

$$ENT = \text{Custo Real} + \text{Orçamento Planejado Restante}^7 \quad (7)$$

### 3. Fiscalização da Qualidade

O principal objetivo da fiscalização da qualidade é garantir que os requisitos sejam cumpridos pelas Contratadas. Na metodologia desenvolvida foi estabelecido como um dos principais instrumentos para a gestão o PGQ (Plano de Garantia de Qualidade) onde as Contratadas detalham como será garantida a qualidade dos serviços e produtos com base nos requisitos contratuais, legais, especificações e no próprio Sistema de Gestão da Qualidade. A fiscalização é responsável pela verificação do atendimento aos Planos e Procedimentos estabelecidos pelas Contratadas.

O processo foi definido a partir do detalhamento das atividades desde o planejamento das ações de fiscalização, passando pela fiscalização das atividades de produção (em

---

<sup>7</sup> O Cálculo do Orçamento Planejado Restante é obtido através da multiplicação do valor financeiro previsto para cada Unidade Construtiva/Sistema Macro, na data base dos Contratos (Io), pela evolução física restante [100% - evolução física registrada acumulada (%)].

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



fábrica e em campo), finalizando com o recebimento das Contratadas e com a entrega ao cliente final. Para organizar as rotinas o processo foi dividido em cinco fluxogramas:

### Qualidade do Produto/Serviço

#### **Figura 6: Áreas consideradas pela fiscalização**

##### **3.4.3.1. Qualidade do Produto/Serviço**

Aplicável para civil e sistemas, tem como objetivo definir o processo de fiscalização da qualidade intrínseca do produto/serviço, ou seja, o atendimento aos requisitos.

Esse processo utiliza como entrada para o planejamento das atividades de fiscalização o Planejamento de Curto Prazo e o Planejamento de Médio Prazo. Dentro desse processo foi definido um indicador chamado Índice de Desempenho da Qualidade da Contratada (IQ) com o objetivo de avaliar a qualidade entregue por cada uma das Contratadas através de uma ponderação entre os Desvios, as Não Conformidades e as Pendências.

##### **3.5.3.2. Diligenciamento e Inspeção em Fábrica**

Aplicável para civil e sistemas, tem como objetivo definir o processo para garantir que os materiais ou equipamentos fornecidos atendam aos requisitos especificados e que os prazos de fabricação, definidos no planejamento de médio e curto prazo, sejam atendidos.

## **26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



Detalha a rotina desde o planejamento do diligenciamento, da realização do diligenciamento e das inspeções, dos registros, até a emissão do TLM (Termo de Liberação de Materiais) e entrega dos materiais e equipamentos em obra.

#### **3.6.3.3. Testes e Recebimento de Sistemas**

Aplicável apenas para sistemas, tem como objetivo definir o processo para testar e receber os sistemas das Contratadas. Detalha a rotina desde o planejamento, do recebimento do Procedimento de Testes de Instalação (PL), do comunicado da conclusão da montagem, da realização e registro dos Testes de Instalação (RTI) e Aceitação (RTA), da retirada das pendências identificadas, até o encerramento contratual (TAP e TAD).

#### **3.7.3.4. Recebimento de Obras Civil**

Aplicável apenas para civil, tem como objetivo definir o processo para o recebimento das obras civis das Contratadas. Detalha a rotina desde o planejamento, da liberação para convivência, da definição dos padrões de aceitação, da realização das vistorias, dos registros dos Testes Aceitação (RTA), da retirada das pendências identificadas, até o encerramento contratual (TAP e TAD).

#### **3.8.3.5. Entrega de Empreendimentos**

Aplicável para civil e sistemas, tem como objetivo definir o processo de entrega ao cliente final responsável pela operação e manutenção do empreendimento. A partir dos registros gerados e das verificações definidas nos processos anteriormente citados

## 26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



aumentam-se as chances de aceitação pelos clientes. O processo também define como deve ser feita a formalização da entrega.

Além disso, foram estabelecidos/revisados os modelos padronizados para os principais documentos utilizados nesses processos.

- Relatório Diário da Fiscalização (RDF);
- Ficha de Verificação (FV);
- Ficha de Não Conformidade (FNC);
- Termo de Liberação de Materiais (TLM);
- Relatório de Teste de Fornecimento (RTF);
- Relatório de Teste de Instalação (RTI);
- Relatório de Teste de Aceitação (RTA);
- Ata para liberação.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

~~Figura 7: Fluxograma Qualidade do Produto/Serviço~~

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**ANÁLISE DOS RESULTADOS**

**Figura 8: Fluxograma Diligenciamento e Inspeção em Fábrica**

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**ANÁLISE DOS RESULTADOS**

**Figura 9: Fluxograma Testes e Recebimento de Sistemas**

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**ANÁLISE DOS RESULTADOS**

**Figura 10: Fluxograma Recebimento de Obra Civil**

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

### ~~Figura 11: Fluxograma Entrega de Empreendimento~~

~~Além disso, foram estabelecidos modelos padronizados para os~~

~~principais documentos utilizados nesses processos:~~

- ~~▪ **Relatório Diário da Fiscalização (RDF):** documento no qual os fiscais registram as atividades nas frentes de obra e fábricas, contendo informações referentes a recursos, registro e avanço das atividades, condições climáticas, interferências, intercorrências e paralisações;~~
- ~~▪ **Ficha de Verificação (FV):** documento utilizado para a conferência e registro dos serviços realizados em campo;~~
- ~~▪ **Ficha de Não Conformidade (FNC):** documento padronizada para registro da identificação, comunicação com a contratada e da eliminação da não conformidade;~~
- ~~▪ **Termo de Liberação de Materiais (TLM):** documento emitido pela CMSP no ato da inspeção de matérias, componentes, equipamentos ou sistemas em fábrica, que formaliza a liberação do material para entrega em obra;~~
- ~~▪ **Relatório de Teste de Fornecimento (RTF):** documento com o registro dos resultados dos testes realizados em fábrica, descritos no Procedimento de Inspeção;~~



## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

- ~~▪ **Relatório de Teste de Aceitação (RTA):** documento com o registro dos resultados da avaliação das condições de funcionamento dos sistemas ou conclusão das obras civis, descritos no Procedimento de Teste de Aceitação;~~
- ~~▪ **Ata para liberação:** documento assinado pelo responsável pela implantação do empreendimento e pelo cliente final (responsável pela operação e manutenção) que formaliza a entrega.~~

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Após a conclusão do redesenho dos processos de fiscalização e aprovação pelo

Após a conclusão do redesenho dos processos de fiscalização e aprovação pelo PMO/DE, Diretoria e Gerências, foi iniciada a etapa de implementação, que visa criar os meios e dar suporte para que a nova metodologia possa ser colocada em prática.

~~Foi feito o planejamento dessa nova etapa e a EAP do projeto foi detalhada incluindo as etapas da implementação. A primeira ação, visando o treinamento da equipe de fiscalização no novo processo de fiscalização, foi a capacitação de seis integrantes da equipe do projeto como educadores internos da CMSP. Essa capacitação foi feita em parceria com a Universidade Corporativa do Metrô e foram abordadas ferramentas e técnicas de *design* instrucional, de forma a aumentar as chances de sucesso. Após a conclusão do curso os integrantes da equipe do projeto elaboraram os planos de ensino,~~

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

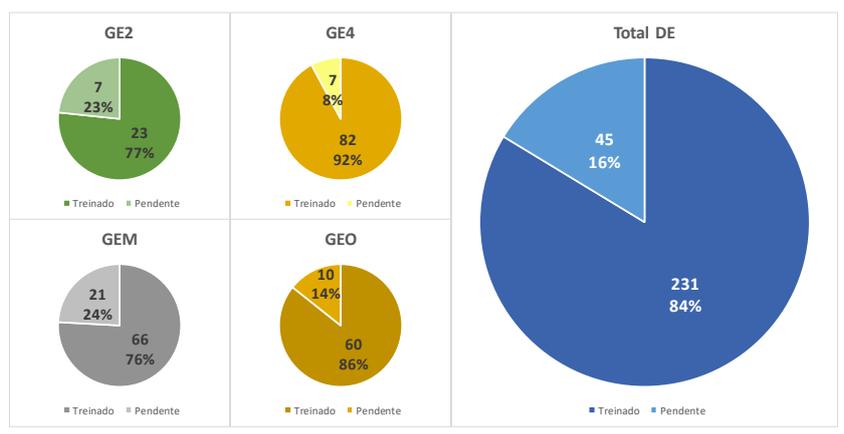


~~apresentações, e o curso também capacitou o pessoal de fiscalização, implantação e empreendimentos de expansão.~~

Os treinamentos foram iniciados em outubro de 2019 com a realização de uma turma piloto, que foi acompanhada e avaliada por todos os integrantes do projeto. Após ajustes nos materiais, carga horária e no formato, os treinamentos foram estendidos a todos os integrantes da fiscalização das Gerências de Expansão da Diretoria de Engenharia e Planejamento, alcançando entre as quatro gerências uma parcela de 84% de profissionais capacitados.

Além do treinamento a equipe do projeto consolidou toda a metodologia em três procedimentos de fiscalização (Cronograma, Custo e Qualidade), descrevendo todas as etapas do processo, os responsáveis, prazos, entradas necessárias e saídas esperadas, e um manual que aborda de forma geral todos os processos a relação entre eles e a importância da metodologia.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**Figura 5: Controle do público treinado – projeto PMO/DE-002**

Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 Por fim, a equipe do projeto também desenvolveu a revisão das minutas dos editais de  
 contratação, das especificações contratuais e dos instrumentos normativos internos da  
 CMSP, impactados pela nova metodologia, de forma a criar uma estrutura que garanta  
 que as ações realizadas por todos os envolvidos nos empreendimentos estejam  
 alinhadas com a metodologia de fiscalização estabelecida.

Com a finalização do trabalho do projeto PMO/DE-002, ainda foi proposto um relatório gerencial padronizado (dashboard). Uma aplicação de Business Intelligence – BI com o

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



uso de um banco de dados estruturado, a fim de calcular e consolidar todos os indicadores de cada processo de fiscalização em um relatório digital interativo.

A metodologia começou a ser utilizada para os contratos existentes, mas só poderá ser aplicada em sua totalidade nos novos contratos de obras da CMSP. Porém, mesmo de forma parcial já é possível verificar benefícios com a implantação, como a redução do prazo de entrega da estação Jardim Planalto e o cumprimento dos prazos das estações Sapopemba, Fazenda da Juta e São Mateus, com a utilização do processo de fiscalização do cronograma.

## **CONCLUSÕES**

### **CONCLUSÕES**

Os empreendimentos das linhas do Metrô são obras extremamente complexas, envolvendo muitas partes interessadas, exigindo um alto investimento, tecnologia e recursos.

Visando aprimorar os seus processos e aumentar as chances de sucesso dos projetos futuras Com a finalização do trabalho do projeto PMO/DE-002, ainda foi proposto um relatório gerencial padronizado (*dashboard*). Uma aplicação de *Business Intelligence – BI* com o uso de um banco de dados estruturado a partir das variáveis que cada processo gerencia, afim de calcular e consolidar todos os indicadores de cada processo de fiscalização em um relatório digital interativo, para permitir ao gestores de

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



~~empreendimento a avaliação de desempenho do escopo de implantação e seus segmentos conforme a divisão da EAP oriunda do projeto PMO/DE-001.~~

~~A partir da formalização de manual e procedimentos sendo incorporados ao sistema de documentos normativos da Companhia, o PMO/DE passará a realizar auditoria de processos para garantir que os mesmos sejam executados da forma padronizada, e assim, ter parâmetros de verificação da eficácia dos processos, para que em um ciclo de melhoria contínua, a revisão de aspectos específicos da metodologia seja subsidiada de maneira objetiva, podendo evidenciar pontos forte e pontos de melhoria necessária para que o desempenho da fiscalização de empreendimentos seja sempre aprimorado.~~

~~Com a motivação e desejo institucional de padronização da metodologia de fiscalização~~  
~~pela~~ Diretoria de Engenharia e Planejamento, as Gerências de Empreendimento já dispõem esforços de adequação das suas rotinas de trabalho e formatos de documentação da fiscalização para cumprirem de maneira célere a padronização.

Este aspecto terá um efeito prático muito significativo não só para a eficiência do trabalho de fiscalização, mas também para a gestão de pessoas, pois um processo padronizado permite que equipes transitem, de acordo com as demandas, entre uma gerência e outra sem necessidade de muito tempo de adaptação, já que os processos são executados da mesma forma.

Na sequência o escritório de projetos (PMO/DE) planeja desenvolver uma ferramenta que automatize os processos, dando maior agilidade, confiabilidade, facilitando os registros e a comunicação com os envolvidos. O Metrô de São Paulo segue investindo

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



~~para inovar, se reinventar e seguir como uma referência nos mercados nacional e internacional. Além deste benefício interno, o Metrô possui uma Diretoria Comercial, que almeja explorar a capacidade técnica de consultoria e prestação de serviço por áreas de competência, que se beneficiará deste atributo de padronização, pois consistirá de uma especificação muito objetiva de serviços comercializáveis para a implantação de empreendimentos que não sejam exclusivamente do Metrô de São Paulo, podendo desta forma ampliar o portfólio de negócio e por consequência a participação de receitas não tarifárias, oriundas exclusivamente do transporte de passageiros.~~

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ADAM, A.; JOSEPHSON, P. B.; LINDAHL, G. Agregation of factos causing cost overruns and time delays in large public construction projects. Engineering, Construction and Architectural Management. Emerald Publishing Limited. Vol. 24. No 3. 2017.

AMBROZEWICZ, P. H. L. Qualidade na prática: Conceitos e Ferramentas. 1ª ed. Curitiba: SENAI, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulário. Rio de Janeiro, 2015. 32p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015. 32p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS – ANPTrilhos. Como inserir os trilhos na mobilidade. 2017. Brasília/DF. Disponível em: <<https://anptrilhos.org.br/wp-content/uploads/2017/04/WEB-Como-inserir-os-trilhos-no-Plano-de-Mobilidade.pdf>>, acesso em 01/12/2019.

BALLARD, H. G. The Last Planner System of Production Control. Tese (Doutorado) – Universidade de Birmingham – Faculdade de Engenharia – Escola de Engenharia Civil. Inglaterra, 2000.

BERSSANETI, F. T.; BOUER, G. Qualidade: Conceitos e aplicações – Em produtos, projetos e processos. São Paulo: Blucher, 2013. ISBN 978-85-212-0737-5.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

CHIRINÉA, M. L. B. Redesenho do sistema de gestão da produção em Empresa Construtora – Estudo de caso com foco no planejamento físico da obra. 170 p. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade da São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2018.

COLE, C. Project Management Evolution to Improve Success in Infrastructure Projects. Management Dynamic in the Knowledge Economy. V. 5, p. 619-640. 2017.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br/index.aspx>> Acesso em 5 jan. 2020.

DAIKHLI, Z.; LAFHAJ, Z.; BERNARD, M. Application of lean to the bidding phase in building construction: A French contractor's experience. International Journal of Lean Six Sigma, v. 8, n. 2, p. 153-180, 2017.

DAIKHLI, Z.; LAFHAJ, Z.; BOS, A. Experiencing Lean Six Sigma in the French residential construction: Setting effective performance indicators to address client satisfaction. International Journal of Lean Six Sigma, v. 7, n. 4, p. 430-466, 2016.

DAVENPORT, T. H. The coming commoditization of process. Harvard Business Review. 2005. Disponível em: < <https://hbr.org/2005/06/the-coming-commoditization-of-processes>>. Acesso em 03 jul.2018

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



DEARO, G. As 21 mega-cidades do mundo. Revista Exame. Ed. Abril. 2014. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/as-21-mega-cidades-do-mundo/>>. Acesso em 08 jul.2018.

GAETE, C. M. Os 11 melhores sistemas de metrô do mundo segundo o Business Insider. ArchDaily. 2015. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/777604/os-11-melhores-sistemas-de-metro-do-mundo-segundo-business-insider>>. Acesso em 08 jul. 2018.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Portal do Governo. 2019. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/governo-de-sp-entrega-3-novas-estacoes-do-metro-2/>>. Acesso em 20 dez.2019.

HARRISON, H. et al. Case Study Research: Foundation and Methodological Orientations. Forum: Qualitative Social Research, Vol 18, No 1. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>>. Acesso em 27 dez. 2019.

LARSEN, J. K. et al. Factors Affecting Schedule Delay, Cost Overruns, and Quality Level in Public Construction Projects. Journal of Management in Engineering. 32(1): 04015032. 2016.

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Reinventing Construction: A route to higher productivity. Estados Unidos: 2017. 149 p.

**26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**  
**7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**



NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. National BIM Standard – United States V3. Disponível em: < <https://www.nationalbimstandard.org/>>. Acesso em 26 jan. 2020.

Project Management Institute (PMI). Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK). 6ª edição, Estados Unidos, 2017.

SIQUEIRA, G. D. P. de; LIMA, J. P. A contribuição das políticas públicas de mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável das cidades. VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE, v. 6, 2015.

THOMAS, H. R.; SINHA, S. K. Are construction sites and manufacturing facilities the same? In: 10th Symposium Construction Innovation and Global Competitiveness, 2002. CRC Press. 1512p.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas. 4ª edição, Brasília, 2014.