

ESTRUTURAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE SUBTERRÂNEO: ESTUDO DE CASO NA LINHA LILÁS DO METRÔ DE SÃO PAULO¹

**FERREIRA, Tiago de Vasconcelos Gonçalves (1); FILGUEIRAS, Leandro Santos (2);
MELHADO, Silvio Burrattino (3)**

(1) USP, e-mail: tiagovasconcelos@usp.br; (2) USP, e-mail: leandrofilgueiras@usp.br; (3) USP, e-mail: silvio.melhado@usp.br.

RESUMO

As obras de infraestrutura de transporte em massa se estabelecem como um meio de deslocamento fundamental para integração e acessibilidade entre os diversos ambientes urbanos. Entretanto, essas estruturas de transporte possuem, durante todo seu ciclo de vida, um elevado custo de construção e operação, além de um elevado esforço de tempo para serem concluídas e entregues à sociedade. Este trabalho tem como objetivo identificar, por meio de um estudo de caso, as etapas do processo de projeto de obras subterrâneas de infraestrutura, assim como a identificação dos agentes envolvidos durante o processo. Para o desenvolvimento do trabalho, foi feito um estudo de caso em uma empresa que atua durante o processo de projeto executivo na expansão da linha lilás do metrô de São Paulo. Foi constatada uma forte necessidade de estudo de gestão de risco de obras subterrâneas, diante dos riscos inerentes ao processo de projeto e produção. No estudo de caso, foram estruturados os diversos agentes que atuam durante o processo de projeto em obras subterrâneas de transporte. O conceito de coordenação contínua também foi abordado no trabalho, como forma de diminuir os riscos existentes nesse tipo de obra.

Palavras-chave: Processo de projeto. Obras de infraestrutura. Obras subterrâneas.

ABSTRACT

Mass transport infrastructure works are established as a means of fundamental shift to integration and accessibility between different urban environments. However, transport infrastructure these have, throughout their life cycle, high cost of construction and operation as well as a high effort of time to be completed and delivered to society. This work aims to identify, through a case study, the stages of the design process of underground infrastructure works, as well as the identification of agents involved in the process. For the development work, a case study was done in a company engaged in the executive design process to expand the purple line of the São Paulo subway. a strong need for risk management study of underground works, given the risks inherent in the design and production process was found. In the case study, they were structured the various agents who work during the design process in underground works transport. The continuous coordination concept was also addressed at work as a way to reduce the risks in this type of work.

Keywords: Design process. Infrastructure Works. Underground work.

¹ FERREIRA, T. V. G.; FILGUEIRAS, L. S.; MELHADO, S. B.. Estruturação do processo de projeto executivo de obras de infraestrutura de transporte subterrâneo: estudo de caso na Linha Lilás do Metrô de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo.

Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Para evitar os grandes deslocamentos a qual está sujeito a maioria das populações que vivem nas grandes cidades, a sociedade contemporânea busca uma forma de organização mais densa e compacta, com edificações de uso misto que possibilitem menores esforços de locomoção. Nesse contexto, as obras de infraestrutura de transporte em massa se estabelecem como um meio de deslocamento fundamental para integração e acessibilidade entre os diversos ambientes urbanos.

Rode e Floater (2014) estudaram o transporte e a forma urbana como sendo um dos aspectos centrais do desenvolvimento urbano, de forma que, os dois podem moldar a disponibilização de acesso a pessoas, bens e serviços, e informações nas cidades. Para os autores, em qualquer contexto de cidade, padrões de desenvolvimento urbano são inseparáveis da evolução dos transportes urbanos e da mobilidade. Portanto, é indispensável pensar no transporte em massa como uma necessidade das grandes cidades. Entretanto, essas estruturas de transporte possuem, durante todo seu ciclo de vida, um elevado custo de construção e operação, além de um elevado esforço de tempo para serem concluídas e entregues à sociedade.

Obras de infraestrutura subterrânea de transporte em massa demandam um processo de projeto complexo, com a integração de diversas disciplinas que compartilham as incertezas (riscos) durante toda a sua fase de desenvolvimento. De acordo com Ford (2010), quase 50% dos projetos de construção de estradas e pontes em Massachusetts, nos Estados Unidos, estão acima do orçamento e 33% não foram concluídos a tempo. Estudos revelaram que as principais causas desses atrasos estão relacionadas com mudanças nas condições da geologia em relação ao projeto, imprevisibilidade das condições climáticas e dificuldade de descolamentos de equipamentos.

Dawson (2011) constatou que menos de 48% dos projetos de infraestrutura australianos pesquisados não foram entregues no prazo, no orçamento e com a qualidade exigida. O autor enfatiza que a maioria das empresas australianas que atuam no seguimento de obras de infraestrutura procuram contornar estes problemas aplicando metodologias eficientes para controlar os riscos inerentes do processo de projeto e construção desse tipo de obra.

Entretanto, nesse contexto de obra, também pode ser difícil mensurar o quanto um projeto está ou não atrasado, uma vez que esses prazos podem estar envolvidos com interesses adversos da conjuntura política pública. Siemiatycki (2010) comenta das dificuldades para definição de prazos para entrega de obras de infraestrutura, mas apenas essa “dificuldade” não é suficiente para justificar a existência de tantas obras atrasadas. O autor destacou a existência de algumas poucas partes políticas e institucionais diretamente interessadas em dar prazos irreais aos projetos de infraestrutura, o que pode criar expectativas não condizentes com a realidade.

Jimenez e Pagano (2010) afirma que diferentes fatores influenciam a adoção e implementação de melhores práticas de gestão em obras públicas. Em um

contexto de obras de infraestrutura, identificar esses aspectos que impactam na qualidade da gestão se torna ainda mais complicado, dado que a análise não incide sobre a adoção de uma ou duas inovações, ou na utilização das práticas, mas sim em um sistema de gerenciamento de um sistema complexo que engloba o planejamento, gerenciamento de projetos, manutenção, orçamento e etc.

Este trabalho buscou identificar a estruturação do processo de projeto executivo de obras de infraestrutura de transporte subterrâneo, visto a grande importância que obras desse porte possui no contexto de desenvolvimento atual. Para isso, será abordado um estudo de caso da Linha Lilás do Metrô de São Paulo, inclusive como é feita a interação entre o setor de projetos e a empresa responsável pela construção, para redução do grau de risco da obra.

2 O PROJETO DE INFRAESTRUTURA

Existe uma grande quantidade de conceitos e definições para o termo “projeto” na literatura, e em sua grande maioria, estão relacionados com o procedimento ou ato de projetar com o enfoque na criação. Porém, também é possível encontrar outras definições para o termo com um ponto de vista mais voltados aos resultados e delineamento do propósito, ou objetivo, de um esforço (MELHADO, 1994).

Tzortzopoulos (1999) define projeto como uma atividade criativa e pessoal, e destaca a importância de compreender os objetivos dos projetistas envolvidos. A autora complementa que “somente quando o projeto está completo o resultado de seu trabalho intelectual pode ser visto, e este fato está no centro do problema do gerenciamento do processo de projeto”, motivo que os responsáveis pelo processo de projeto devem compreender os métodos ao qual um projeto é desenvolvido e as características individuais dos projetistas.

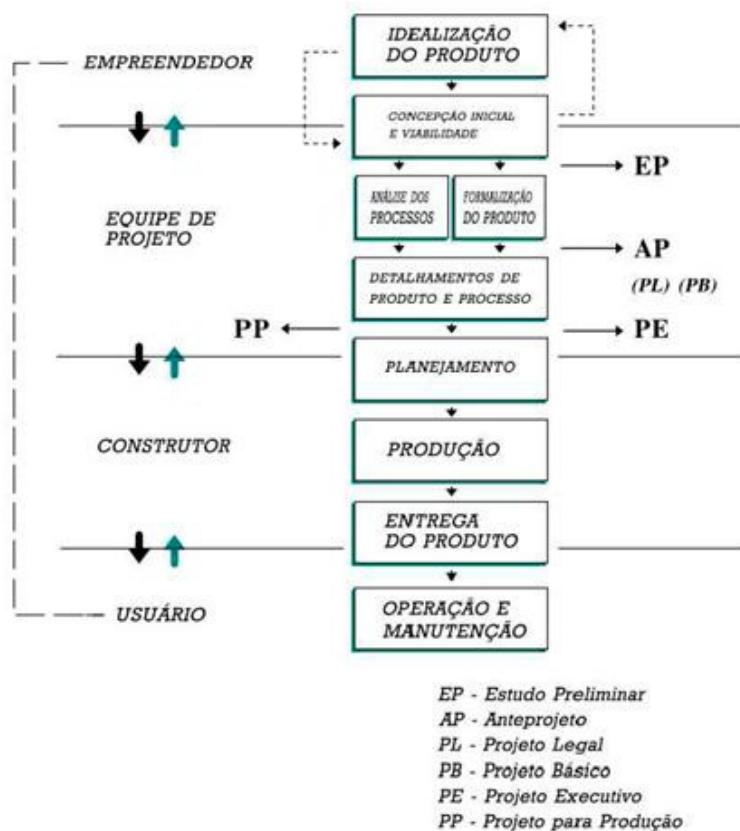
Dessa forma, a definição do termo “projeto” torna-se bastante abrangente e que pode gerar diversas situações e variações para no que diz respeito ao ato de projetar. Existem vários outros autores que buscaram uma conceituação para o termo e, em muitos casos, são aplicáveis a contextos e objetivos diferentes, o que demonstra a grande multiplicidade de tipos de projeto existentes (TZORTZOPPOULOS, 1999). É importante a definição do termo para o seu entendimento como um processo que contempla diversas especialidades.

No contexto de projetos de infraestrutura, Grilo (2008) coloca que o processo de projeto é semelhante aos processo de projeto de empreendimentos de base imobiliária convencionais. Entretanto, coloca os riscos envolvidos durante o processo de projeto como uma diferença fundamental, além da configuração comercial e legal que o investimento pode assumir. No Brasil, esses projetos geralmente estão envolvidos com Parcerias Público Privada (PPP).

O processo de projeto de obras de infraestrutura, é, portanto, estudado de forma semelhante ao processo de projeto de edificações, com uma abrangência a parte para o gerenciamento de riscos. A Figura 1 mostra o processo de projeto tradicional de edificações.

Dentre as diversas fases mostradas, a fase de operação e manutenção de obras de infraestrutura apresenta dimensões maiores que a de projeto de edificações, com um número de usuários do projeto bastante superior, maior custo de manutenção envolvido, gestão da segurança, dentre outros. No geral, são feitos monitoramentos e controle da operação, gestão de ativos e manutenção e gestão da segurança das instalações do projeto.

Figura 1 – Processo de desenvolvimento do projeto de edificações



Fonte: Melhado (1994)

3 AGENTES ENVOLVIDOS

As fases de um projeto são marcadas pela grande variedade de agentes que interveem na elaboração de projetos. Dentre eles, pode-se destacar os profissionais de projeto das várias especialidades; profissionais das empresas construtoras como engenheiros de produção, planejamento suprimento, etc.; agentes da promoção do empreendimento; órgãos públicos, incorporadoras; consultores; clientes e usuários. Em geral, podem-se citar como os principais envolvidos em um projeto de construção (MELHADO, 1994):

- Clientes (também denominados empreendedores, ou proprietários, em

alguns casos); Empresas projetistas;

- Empresas construtoras (também denominadas empreiteiras, ou executores do projeto); Investidores (também denominados patrocinadores, em alguns casos);
- Financiadores;
- Empresas de gerenciamento (gestores atuantes em nome do cliente);
- Fornecedores;
- Subcontratados (ou terceiros);
- Órgãos de aprovação;
- Órgãos de fiscalização;
- Usuários;
- Operadores ou gestores do empreendimento.

4 GESTÃO DE RISCOS

O guia PMBOK (2008) define “risco” como um evento ou uma condição incerta que, caso ocorra, implicará em um efeito em pelo menos um objetivo do projeto, como escopo, prazo, custo ou qualidade. Ou seja, é possível afirmar que os riscos em projeto têm origem no campo das incertezas envolvidas. Dessa forma, entende-se por Gestão de riscos como a atividade de planejar, avaliar, controlar e monitorar ações que conduzam a eventos futuros, evitando resultados desfavoráveis (SILVA, 2014).

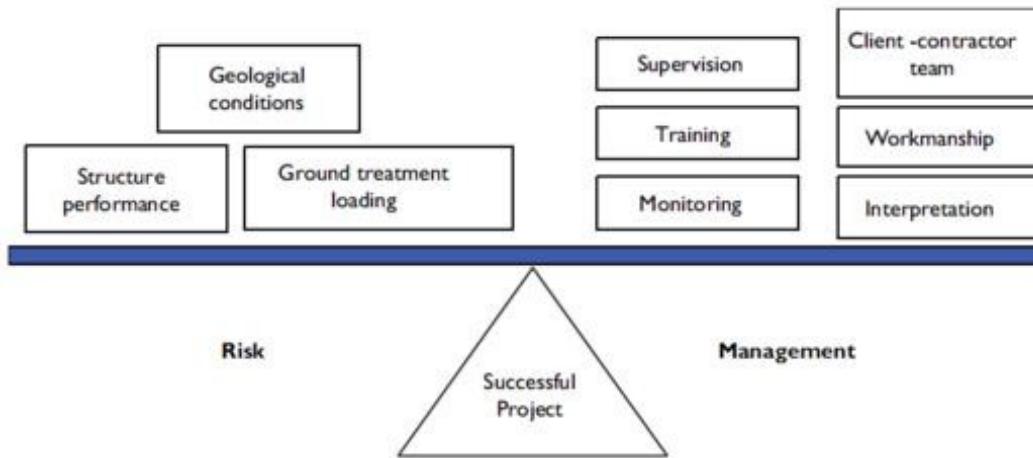
Segundo Silva (2014), o sucesso de um determinado projeto, considerando os fatores de prazo, custo e qualidade, depende em grande escala de como o projeto trata dos riscos incorporado ao seu processo. No caso de obras subterrâneas, o conceito de risco acentua-se devidos as incertezas que acompanham o processo de projeto-produção. Para Kochen (2009), as obras subterrâneas apresentam riscos mais elevados do que obras a céu aberto, principalmente por lidar com mobilização de materiais geológicos que, por mais que sejam estudados em investigação prévia, sempre podem apresentar características não previstas inicialmente.

Ye e Tiong (2000) comenta que a decisão de investimento privado em projetos de infraestrutura requer bastante precaução uma vez que eles estão expostos a altos níveis de custos financeiros, elevados tempo de construção, envolvimento políticos e, principalmente, elevados riscos inerentes. Dessa forma, a gestão de riscos em projetos de infraestrutura é uma área bastante importante para garantir o retorno do investimento ao construtor.

Construções subterrâneas em áreas urbanas é geralmente associada com riscos de alto nível (GUGLIELMETTI et al., 2007). Por isso é necessária a aplicação sistemática de um Plano de Gerenciamento de Risco (PGR). Um dos princípios essenciais de um PGR é o monitoramento da resposta de Risco. Nesta fase, é necessário se certificar de que os procedimentos de

construção e instalação estão em vigor para a execução das obras em conformidade com as estratégias identificadas (em fase de projeto). Um plano eficiente de controle para gerenciar os riscos durante a construção precisa ser posto em prática. A Figura 2 mostra as principais variáveis associadas ao risco em obras subterrâneas, com ênfase no equilíbrio necessário.

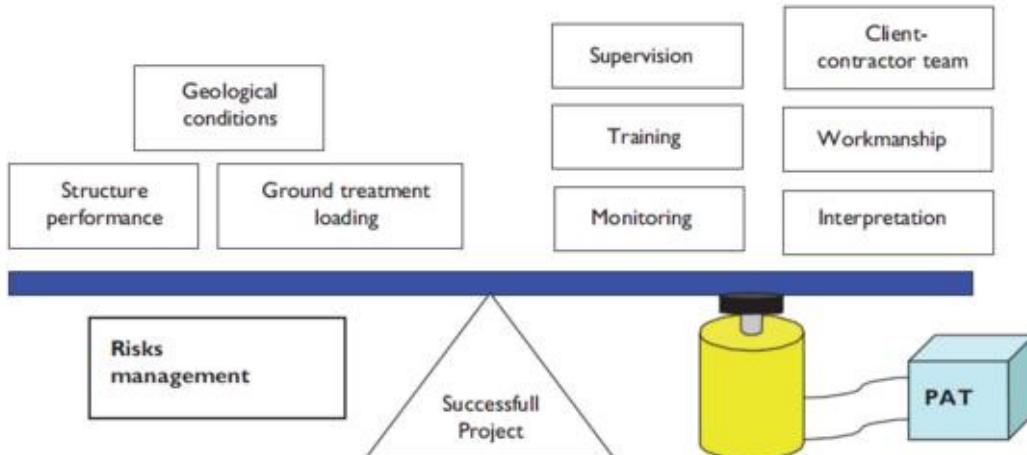
Figura 2 – Balanço de ricos em obras de infraestrutura



Fonte: Guglielmetti et al. (2007)

O conceito de projeto interativo através do uso de um Plano de Antecipação de Túnel (PAT) foi primeiro introduzido em 2001 no Metro do Porto, Portugal (GRASSO et al., 2002). O PAT é um documento vivo que fornece uma ligação dinâmica entre projeto e construção, facilitando à gestão de riscos residuais. Esse procedimento é conceitualmente simples de implementar, onde a equipe de engenharia atualiza continuamente os cenários de risco e mitigação correspondentes, com o avanço dos planos de construção. A Figura 3 complementa a ideia das principais variáveis associadas aos riscos em obras subterrâneas, com a existência do PAT como um neutralizador das variáveis negativas ao gerenciamento de riscos.

Figura 3 – A estabilização dos riscos em projetos de infraestrutura



Fonte: Grasso et al. (2002)

Kochan (2009) propõe que a engenharia de obras subterrâneas possui incertezas permanentes, que a interpretação do comportamento geotécnico do solo será sempre uma variável durante toda a execução da obra. Dessa forma, essa atividade é interativa, que consiste na observação do comportamento do realizado com o planejado, sempre havendo uma interação contínua. A modificação e ajuste do projeto inicial é dinâmico e representa uma forma de combater o risco. Dessa forma, o processo de projeto executivo, onde acontece a integração entre projeto e construção necessita de maiores esforços. Nenhum projeto de obras subterrâneas está livre de riscos, porém estes podem ser gerenciados.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho discute seus resultados baseados em um estudo de caso. A fase inicial do Projeto Executivo será dedicada à consolidação do Projeto Básico, a partir da análise crítica dos estudos realizados anteriormente e das soluções propostas. Simultaneamente, serão elaborados ou revistos os desenhos e estudos concebidos para definir o arranjo geral das obras, visando consolidar e/ou modificar as soluções propostas no projeto básico.

O presente trabalho buscou abordar apenas o processo de projeto executivo a qual é contemplado na empresa onde foi feito o estudo de caso. Dessa forma, a pesquisa situa-se entre as etapas de projeto, após a entrega do projeto básico, e construção, de forma interativa - que será melhor explicado a seguir, no estudo de caso.

6 RESULTADOS

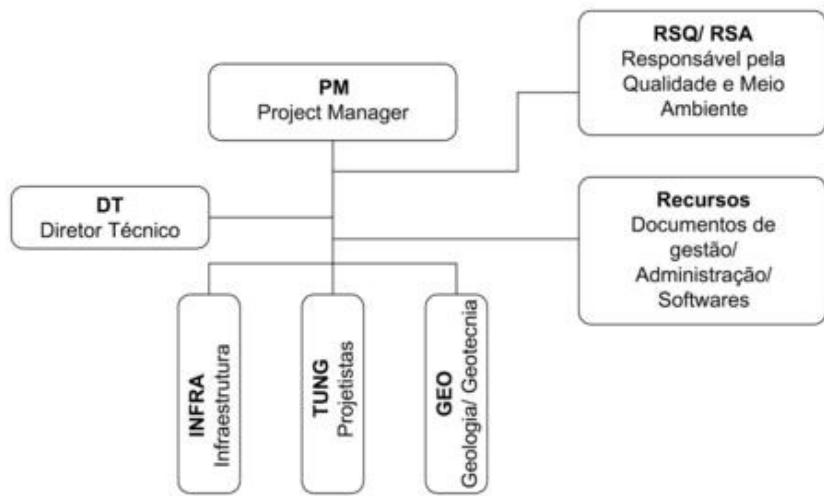
A obra estudada é a da Linha 5 Lilás do Metrô do Estado de São Paulo, com 11,5 km de linha e 16km de túneis, que contempla as interconexões, estações em caverna (10 estações no total), dentre outros. Na Figura 4, mostrada abaixo, é possível ver uma perspectiva geral do traçado do linha 5 Lilás do Metrô do Estado de São Paulo.

Figura 4 – Balanço de ricos em obras de infraestrutura



A Figura 5 apresenta um quadro mais detalhado do setor de produção dos projetos da empresa. Em seguida, abaixo da figura, são listas algumas atividades dos envolvidos na etapa de projeto da empresa, que atua diretamente no processo de projeto executivo.

Figura 5 – Estrutura organizacional de projeto da empresa



Fonte: Autores

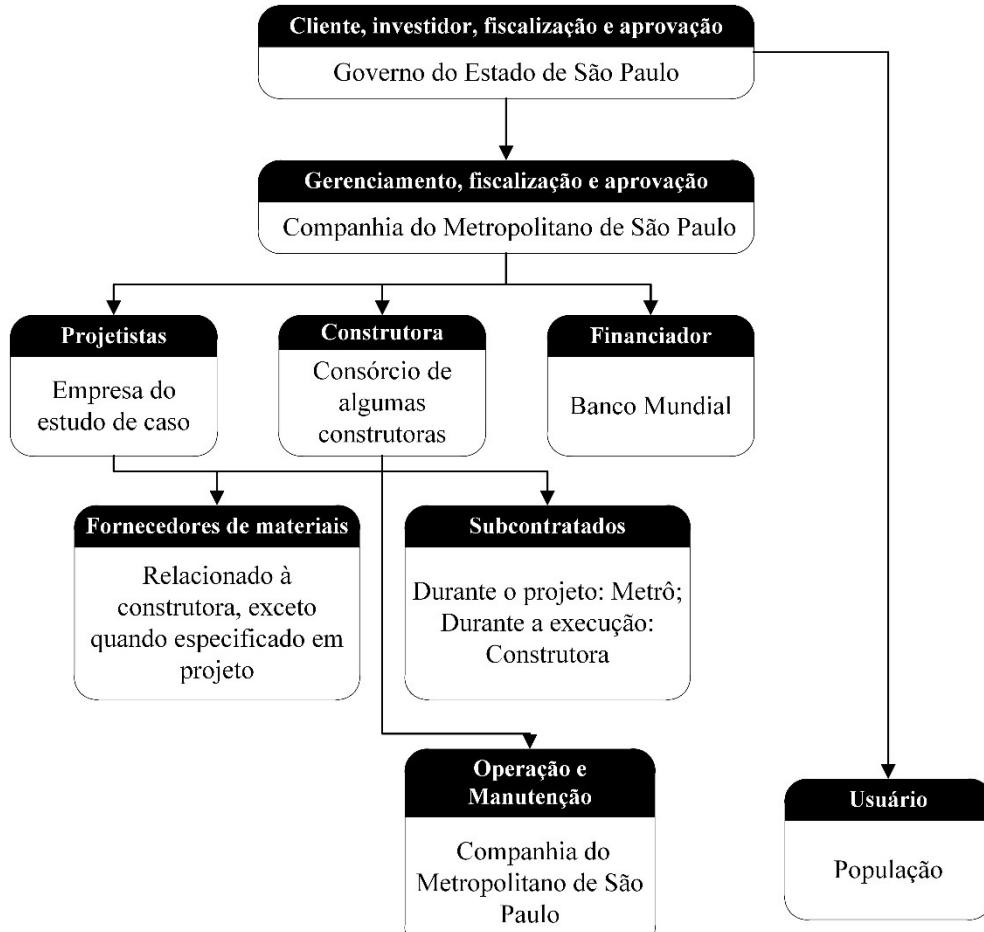
Infraestrutura (INFRA): Projeto de sistema de transportes da concepção até o projeto executivo; Concepção arquitetônica e funcional de obras subterrâneas; Concepção de instalação de equipamentos eletromecânicos; Acompanhamento e consultoria da construção de obras subterrâneas.

Projetistas e calculistas (TUNG): Projetos de obras subterrâneas com técnicas mecanizadas ou convencionais; Projetos de estruturas em Cut & Cover, tanto na área urbana (por exemplo: linhas de metrô) como na área não urbana (por exemplo: fábricas); Desenvolvimento de projetos durante todas as fases de projeto; Consultorias durante a execução das obras.

Geologia e geotecnica (GEO): Geologia estrutural e geomorfologia; definição do modelo de referência geológica; Hidrologia: caracterização dos aquíferos, balanço hídrico, interação solo-estrutura (efeito parede), sistemas de rebaixamento de lençol freático; Geotecnica: análises dos dados de investigação, desenhos com a estimativa dos parâmetros de referência, engenharia geotécnica (fundação, estruturas de contenção, estabilidades de encostas);

Com o estudo da organização interna dos agentes da própria empresa estudada, foi possível o estabelecimento dos agentes envolvidos durante o processo de projeto de obras subterrâneas de acordo com o caso estudado. A Figura 7 mostra os envolvidos no processo de projeto da empresa estudada.

Figura 7 – Identificação de todos os agentes do intervenientes do projeto



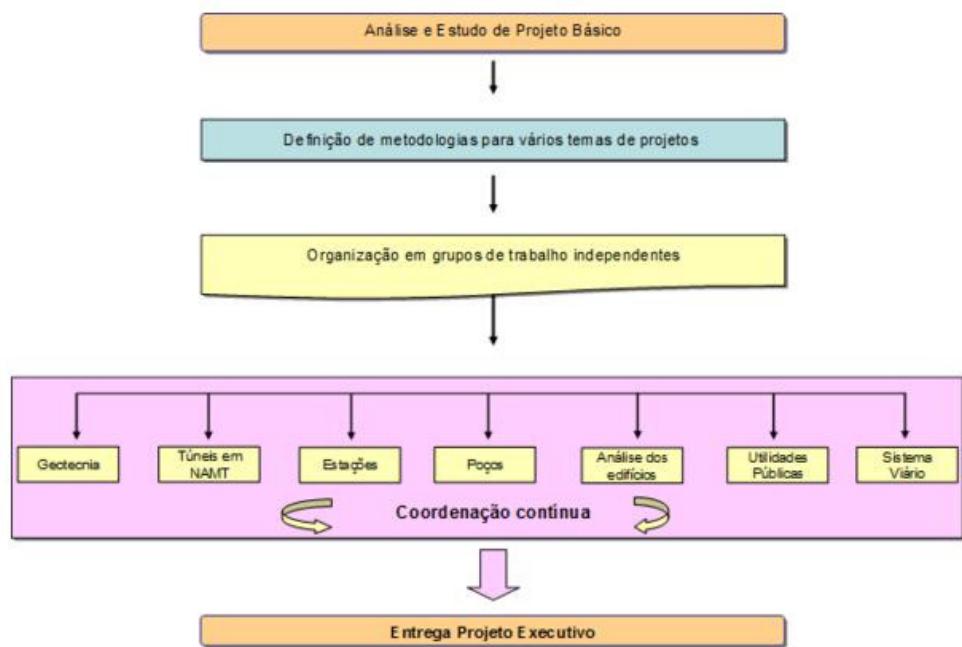
Fonte: Autores

A escavação de cavernas em áreas urbanas com grande densidade populacional é uma tarefa complexa e de grande risco, que resulta em situações que podem modificar o projeto sucessivamente. Este fato provoca uma interação constante entre o escritório de projeto, do estudo de caso, e da empresa responsável pela construção da linha 5 do Metrô de São Paulo, onde esses dois elementos atuam de forma interativa durante a fase de entrega do projeto executivo. Abaixo, na Figura 8, segue fluxograma das etapas do processo de projeto executivo.

O início do processo de projeto executivo acontece com a entrega do projeto básico do traçado do metrô, que é definido logo no início do processo de licitação do projeto. Nessa etapa inicial do processo de projeto executivo são analisadas as definições de cada disciplina interveniente. Os técnicos responsáveis por administrar o contrato, à serviço do Metrô de São Paulo, irão estudar o projeto básico e definir o nível da documentação que deverá ser produzida, que atua diretamente nos termos do contrato com a empresa responsável pelo projeto. Para cada obra será preparado um

relatório técnico que ilustra as características fundamentais da obra e as suas peculiaridades, dentro do projeto em questão. Este relatório será necessário para apresentar os objetivos do projeto a todos os técnicos, que sucessivamente farão parte da equipe para acelerar os tempos de compreensão do projeto básico.

Figura 8 – Estruturação do processo de projeto da Linha Lilás do Metrô de São Paulo



Fonte: Autores

Além disso, há a definição da metodologia para as várias disciplinas do projeto, diante do volume de dados que existe nesse tipo de abordagem. Esta fase é essencial para o desenvolvimento do projeto, sendo necessária para dar a estrutura do projeto executivo, ou seja, o conhecimento completo de todos os aspectos do projeto básico. Deste modo é possível prever as atividades geral desse contexto, possibilitando as críticas para que seja possível antecipar a realização de todas as etapas do projeto de maior com maior empenho.

Após as duas etapas iniciais, em função da dimensão do projeto executivo, ocorre a organização (segmentação) em grupos de trabalho independentes, cada um com seus respectivos especialistas, engenheiros e projetistas que estão relacionados com suas áreas de atuação. Nesta etapa é possível destacar o início da atividade de estudo da composição geológica do traçado das escavações, através de ensaios de sondagem de referência. Esses estudos dão início ao PAT, a fim de garantir o gerenciamento de risco da obra, conforme apresentado na revisão bibliográfica. Além do esforço geotécnico, é possível comentar, também, a existência de um estudo de impacto de vizinhança que acompanha a interação entre projeto e execução da obra.

Apesar da aplicação da metodologia PAT para o gerenciamento dos riscos, alguns aspectos negativos, que estão inseridos em um contexto mais geral,

foram encontrados no estudo de caso:

- alguns projetos são realizados em outros escritórios em diversos lugares do mundo, uma vez que a empresa estudada é uma multinacional. Esse acarreta atrasos durante a gestão da informação devido às nomenclaturas diferentes das utilizadas no processo de projeto no Brasil;
- além do problema de gestão da informação existente entre as projetistas internacionais e nacionais, existe também um problema da relação de materiais que são necessários nos projetos internacionais que não possuem no mercado nacional, gerando uma necessidade de readaptação do dimensionamento em diversos casos;
- alguns critérios de projeto chegam no escritório fundamentados em normas internacionais, sendo necessária uma atualização para o atendimento da normatização brasileira;
- o fuso horário entre as empresas de projeto nacional e internacional reduz o tempo útil de troca de informações entre os escritórios ao redor do mundo.

É possível observar que todos os pontos negativos encontrados dizem respeito à distância entre os escritórios de projetos que participam diretamente e indiretamente do processo de projeto executo. Além disso, a informação em âmbito nacional precisa de ser aprovada pelos agentes de fiscalização contratados pela Companhia Metropolitano de São Paulo, o que demanda mais tempo do projeto.

A empresa avalia os resultados da escavação em termos de monitoramento dos projetos, uma vez que os quantitativos são comparados com o material teórico e os estudos numéricos realizados na fase de concepção do projeto. Dessa forma, é possível retroalimentar o processo, na tentativa de descrever a lição aprendida para este tipo de escavação, adquirindo um banco de dados de forma a direcionar novos projetos no contexto particular da cidade de São Paulo.

O processo descrito neste estudo de caso, ocorre entre as fases de projeto e construção, e como comentado, cria uma situação bastante particular nesse tipo de projeto de infraestrutura, uma vez que a tomada de decisão e aprovação de novas etapas de projeto são dependentes do monitoramento das instalações já realizadas e das condições da geológicas estudadas. Essa coordenação contínua pode ser onerosa, pois dificulta ainda mais o processo da gestão da comunicação entre empresa de projeto e setor de aprovação da Companhia Metropolitano de São Paulo.

Apesar dos esforços encontrados na empresa estudada para o correto gerenciamento de riscos e evitar o atraso do projeto, a obra da Linha Lilás do Metrô de São Paulo deveria ter sido entregue à população no término de 2014. É importante destacar que outros fatores podem ter sido causadores do atraso, agindo de forma conjunta, inclusive os problemas aqui apresentados. A nova previsão de entrega da obra do metrô é fim de 2018.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de projeto de obras subterrâneas, com foco em obras de transporte subterrâneo de massa, envolve diferentes agentes quando comparado ao processo de projeto de edificações tradicional, além de mobilizar uma grande quantidade de disciplinas. As disposições geotécnicas e outros fatores estruturais, inserem um grande grau de risco para esse tipo de empreendimento, que precisam ser gerenciados de forma adequada, para diminuir as incertezas que está presente nesse tipo de obra.

No estudo de caso, foram estruturados os diversos agentes que atuam durante o processo de projeto em obras subterrâneas de transporte. É possível perceber uma grande quantidade de agentes públicos que estão inseridos no contexto do projeto, que possuem interesses adversos para com o mesmo. Esse tipo situação foi descrito na bibliografia como sendo um fator negativo para o estabelecimento de prazos coerentes.

Apesar de todo o esforço para a utilização do PAT durante o processo de projeto executivo, foi possível perceber que existem falhas dentro da própria gestão da empresa de projeto, principalmente no que diz respeito aos padrões de trocas de arquivos, gestão da comunicação e a utilização das normas técnicas nacionais. Esse fator implica em atrasos dentro do próprio processo de projeto executivo da empresa e que poderia ser resolvido com um baixo esforço organizacional.

REFERÊNCIAS

- DAWNSON, B. **Scope for Improvement 2011: Project risk – Getting the right balance and outcomes.** [S.I.], 2011.
- FORD, B. **Overruns add millions to cost of state road projects.** 2010.
- GRASSO, P. et al. **On the development of a risk management plan for tunneling.** In: ITA W.T.C. Sydney: [s.n.], 2002.
- GRILLO, L. M. **Modelo de análise da qualidade do investimento para projetos de parceria público-privada (PPP).** Tese (Doutorado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- GUGLIELMETTI, V. et al. **Mechanized Tunnelling in Urban Areas: Design methodology and construction control.** [S.I.]: Taylor & Francis, 2007.
- JIMENEZ, B. S.; PAGANO, M. A. What factors affect management quality? state infrastructure management and the government performance project. **Public Works Management & Policy**, 2010.
- KOCHEN, R. Gerenciamento de riscos em obra subterrâneas de engenharia. **Revista Engenharia**, v. 594, 2009.
- MELHADO, S. B. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese (Engenharia Civil) — Escola

Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

RODE, P.; FLOATER, G. **Accessibility in cities: transport and urban form.** London: LSE Cities, v. 3, 2014.

SIEMIATYCKI, M. Managing optimism biases in the delivery of large-infrastructure projects: A corporate performance benchmarking approach. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 10, p. 30–41, 2010.

SILVA, T. F. L. **O Processo de Projeto no Segmento de Projetos Industriais.** Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TZORTZOPoulos, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo para a gestão do processo de projeto de edificações.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

YE, S.; TIONG, R. L. K. Npv-at-risk method in infrastructure project investment evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2000.