



# SIBRAGEC ELAGEC 2015

## São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

### PROJETOS LINEARES: ANÁLISE DA PRIORIZAÇÃO DE ATIVIDADES CRÍTICAS UTILIZANDO O MÉTODO DELPHI

**MELO, Humberto Coelho de (1); ANDERY, Paulo Roberto Pereira (2)**

(1) Instituto Federal de Minas Gerais, +55 37 3371 3755, e-mail: humberto.melo@ifmg.edu.br

(2) Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: paulo@demc.ufmg.br

#### RESUMO

O atual cenário econômico exige o aumento da competitividade de empreendimentos destacando-se, pela complexidade, os “projetos lineares”, os quais ocupam grandes extensões como as ferrovias. Visando fazer uma análise junto a especialistas, no sentido de identificar quais são as atividades mais relevantes na determinação do escopo de projeto conceitual (FEL-2), realizou-se pesquisa do tipo *Survey* com base no método Delphi, o qual consiste na aplicação de questionário interativo, circulando repetidas vezes pelo grupo de peritos até que haja uma convergência das respostas. Os participantes da pesquisa foram escolhidos conforme os seguintes critérios: “experiência em projetos ferroviários”; “experiência em outros projetos”; “brasileiros”; “estrangeiros”; “experiência na metodologia FEL”. Foi demonstrado que o tema pode trazer ganhos significativos para o desenvolvimento desses projetos, além de gerar potencial de aumento da qualidade e acurácia dos produtos de engenharia. A pesquisa realizada indicou as seguintes disciplinas com tendência de serem as mais relevantes: “Análise e definição das diretrizes de traçado”; “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”; “Estudos e seleção de alternativas técnicas”; “Topografia”; “Projeto geométrico”. Concluiu-se ainda que a priorização das disciplinas do projeto deve levar em consideração a relevância das mesmas em relação às peculiaridades de cada empreendimento.

**Palavras-chave:** Priorização de atividades, projetos lineares, projetos de infraestrutura, método Delphi.

#### ABSTRACT

*Increasing competitive edge is needed due to the actual economic scenario around the world. Due to its complexity, the linear projects which occupy long stretches, such as railways, are highlighted. This paper presents a survey based on the Delphi method, what consists in applying an interactive questionnaire, rounding many times around the group of experts until get converging answers. The proposal is to develop an analysis based on experts opinion, aiming of which activities are more relevant to define the scope of work of conceptual projects (FEL-2). The experts were chosen according to the following criteria: “experienced on railway projects”; “experienced on other projects”; “Brazilian”; “foreigner”; “experienced on FEL methodology”. It was demonstrated that this theme should bring important gains for these projects development and also it generates the potential of increasing quality and accuracy of engineering products. This survey indicated the following disciplines as trends of being the most relevant ones: “Alignment studies”; “Geological and geotechnical studies for conceptual projects in FEL-2”; “Trade-offs for technical solutions”; “Topography”; “Geometric design”. This paper concludes that prioritize disciplines must consider their relevance to the specific reality of each project.*

**Keywords:** Activities prioritization, linear projects, infrastructure projects, Delphi survey.

#### 1 INTRODUÇÃO

Uma das exigências resultantes da melhoria nas formas de gestão de empreendimentos complexos e de grande porte é a otimização no uso dos recursos disponíveis, quer seja do ponto de vista de recursos de engenharia, quer seja em termos dos investimentos que

configuram o CAPEX (*capital expenditure*) desses empreendimentos. Na aplicação dos recursos deve-se agregar maior qualidade e competitividade aos empreendimentos quando em operação e maximizar o retorno aos seus interessados.

Nesse contexto inserem-se os projetos lineares, em alguns casos identificados como projetos de infraestrutura. Consideram-se, neste artigo, projetos lineares aqueles que possuem uma extensão que abrange várias comunidades, bairros, municípios, estados ou países. São exemplos de projetos lineares as ferrovias, rodovias e adutoras.

A gestão destes projetos desde os estudos de viabilidade até sua operação é complexa e a chave para reduzir a complexidade e aumentar o sucesso passa pela simplificação do processo de projeto. Essa afirmação vai de encontro ao observado nos estudos de Giezen (2011), Vidal *et al.* (2011) e Dimitriou et al. (2013) e à proposta deste trabalho que é verificar, baseado na opinião de especialistas, se há disciplinas de engenharia na etapa de FEL-2 mais relevantes para o sucesso destes empreendimentos e, se há, sugerir quais devem ser priorizadas.

Assume-se que o desenvolvimento do conceito do empreendimento, o desenvolvimento das possíveis soluções projetuais e o desenvolvimento da engenharia básica seguem o modelo do *Front-End-Loading(FEL)*, largamente usado no desenvolvimento de projetos de capital. O método foi objeto de pesquisas recentes: veja-se, por exemplo, Romero (2010).

As etapas do modelo FEL são descritas de forma detalhada por Romero (2010), Merrow (2011) e Labadessa (2008), sendo as etapas resumidas a seguir segundo Romero (2010):

- FEL-1: estudo de viabilidade técnica e econômica em que, ao final, define-se a oportunidade de investimento;
- FEL-2: projeto conceitual de engenharia em que se define o escopo a ser construído e seleciona a melhor alternativa locacional e tecnológica;
- FEL-3: projeto básico de engenharia em que se realiza o detalhamento do escopo definido em FEL-2.

Como o *Front-End-Loading* é complexo e demanda o desenvolvimento de muitas atividades nas distintas disciplinas de projeto, torna-se importante definir quais atividades são mais críticas, por impactarem no próprio custo de desenvolvimento das soluções, no investimento total no empreendimento e/ou em seu prazo de execução.

Desenvolver a engenharia conceitual respeitando as particularidades de cada projeto tende a aumentar a segurança na tomada das decisões e, consequentemente melhorar a assertividade nos investimentos a serem realizados, o que torna o tema relevante para a indústria de uma forma geral.

Nesse sentido o presente trabalho apresenta parte dos resultados de um projeto de pesquisa, abordando os resultados de um *survey* conduzido com a utilização do método Delphi.

Baseado na opinião de especialistas, o artigo trás à tona a necessidade de abordagem de análise dos riscos associados ao ambiente onde o empreendimento será construído para se definir as ações necessárias para o desenvolvimento da engenharia conceitual.

Ressalta-se que, do ponto de vista acadêmico, o trabalho eventualmente poderá dar subsídios para a priorização de atividades em projetos de outra natureza como é o caso de edificações complexas.

## **2 BREVE REFERENCIAL TEÓRICO**

A realização de projetos com sucesso depende de diversos fatores, o que pode ser observado em Dimitriouet *al.* (2013) que concluem em seu estudo sobre a dependência do sucesso dos projetos em relação ao quanto bem seus riscos, incertezas e complexidades são endereçados durante as tomadas de decisões. Estes autores também ressaltam a necessidade de uma mudança dramática na condução de megaprojetos em relação à forma que os mesmos são posicionados, formatados, planejados e julgados.

Projetos dessa natureza se tornam mais complexos em razão da quantidade de variáveis a serem geridas conforme descrito por Dimitriouet *al.* (2013), enquanto que Vidal *et al.* (2011) descreve que “a complexidade do projeto é a propriedade do projeto que o torna difícil de entender, prever e manter seu comportamento sobre controle, mesmo quando se detém informações completas sobre o sistema do projeto.”

Em contrapartida Giezen (2011) descreve que reduzir a complexidade significa que há poucas variáveis desconhecidas e a serem definidas, e então o projeto e seu planejamento se tornam mais fáceis de gerir, confirmado as afirmações de Vidal *et al* (2011).

Giezen (2011) descreve que os projetos de infraestrutura custam muito caro, levam muito tempo para serem concluídos e não entregam o que foi prometido aos seus patrocinadores, levando a uma visão negativa da gestão destes empreendimentos.

Para minimizar esses efeitos negativos Giezen (2011), convergindo com Vidal *et al.* (2011) e Dimitriouet *al.* (2013), propõe que manter o projeto simples é a chave para o sucesso em termos de atingir os custos e os prazos planejados e, manter a simplicidade significa reduzir a complexidade por meio de reduzir as incertezas e as variáveis do projeto a serem gerenciadas.

### **Projetos ferroviários**

Conforme observado em Profillidis (2006), os principais estudos para implantação de um empreendimento ferroviário são os estudos de mercado, operacionais e de engenharia, planejamento da operação e da manutenção, os estudos socioambientais e os procedimentos de licenciamento ambiental.

Convergindo com os estudos citados por Profillidis (2006), observa-se em Bonnet (2005) que em estágios iniciais dos estudos de uma ferrovia, inclusive em projetos conceituais na etapa de FEL-2, a melhor rota deve ser escolhida, o que será determinado em função de restrições técnicas, físicas e socioambientais.

Profillidis (2006) cita como exemplos de projetos ferroviários a construção de uma nova ferrovia, melhoria de vias, um novo pátio de cruzamento ou uma nova instalação fixa, um novo túnel, uma nova ponte, uma nova estação de trem, a eletrificação de uma linha ou a implantação de sistema de sinalização. Bonnet (2005) cita como disciplinas de engenharia: Estação ferroviária;Material rodante;Oficinas e entrepostos;Via permanente;Terraplenagem, drenagem e vedação/cercamento;Pontes e estruturas;Túneis;Eletrificação;Sinalização e controle de trens;Sistemas e comunicações;Elevadores, escadas rolantes e bombas;Ventilação e respiro (*Draught Relief Shafts*).

Em consonância com os autores citados, os produtos dos estudos de engenharia ferroviária na etapa de projeto conceitual considerados neste estudo são os descritos em Vale S.A. (2012) e abrangem os seguintes itens:Coleta de dados;Caracterização da

região em estudo (Geologia, Hidrologia, Uso e Ocupação, etc.);Estudo de traçados;Desenvolvimento da engenharia conceitual (Caracterização geológico-geotécnica, projetos geométrico, terraplenagem, drenagem, obras de contenção, obras de arte especiais, túneis, superestrutura ferroviária, soluções de interferências, telecomunicação e sinalização, aquisição e desapropriação de terreno com a determinação da faixa de domínio e estimativa de custos);Planejamento das atividades para o projeto básico.

### **3 METODOLOGIA**

Realizou-se uma pesquisa com profissionais da área de gestão de projetos lineares, a qual se enquadra na abordagem de levantamentos tipo *survey*, usando a técnica Delphi.

Segundo Wright e Giovinazzo (2000) essa técnica “baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo”. Portanto, esta técnica é recomendável para os casos em que não há dados quantitativos para análise.

Trata-se de um método de aplicação de questionário interativo, o qual circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando o anonimato das respostas individuais. As respostas recebem um tratamento estatístico simples e os resultados são submetidos aos participantes para uma nova rodada de análise. Este processo se repete até que a divergência de opiniões seja mínima, e então a resposta da última rodada é considerada como a resposta do grupo.

Os participantes da pesquisa Delphi foram escolhidos conforme os seguintes critérios, buscando obter um grupo heterogêneo de profissionais para aumentar a qualidade do debate de opiniões:Com experiência em projetos ferroviários;Com experiência em outros tipos de projetos lineares (rodoviários, dutos, linhas de transmissão, dentre outros);Brasileiros; Estrangeiros;Com experiência na metodologia *Front-End-Loading*.

Em seguida os formulários foram submetidos a uma lista de participantes da rede de contatos e estendido a profissionais a partir de rede social. As respostas recebidas foram tabuladas e analisadas. Um relatório consolidado das respostas foi enviado aos participantes para conhecimento juntamente com o questionário para a segunda rodada.A primeira rodada de aplicação do questionário foi realizada entre os dias 16 e 31 de março de 2014.

Os principais argumentos foram associados às diferentes tendências das respostas e foi avaliada a necessidade de aplicação de novo questionário com a inclusão de novas questões para uma segunda rodada, a qual foi realizada entre os dias 19 e 30 de abril de 2014.

A primeira etapa de aplicação de questionário foi composta por um formulário extenso, o qual continha questões de diversas naturezas com o objetivo de caracterizar o perfil dos participantes e obter a opinião dos mesmos em relação à priorização de atividades em projetos lineares.

O formulário para a primeira rodada de perguntas e respostas foi elaborado dividindo-se as perguntas em 5 temas conforme descrito a seguir:Tema 1: Projetos; Tema 2: FEL; Tema 3: Ferramenta para definição de escopo; Tema 4: Disciplinas de projeto; Tema 5: Diretrizes para o planejamento da etapa de projeto conceitual. As perguntas 8, 9 e 14 apresentadas a seguir são uma amostra do primeiro questionário.

- Pergunta 08 - Considerando as disciplinas listadas, selecione as 5 que tendem a ser mais relevantes em um projeto linear do tipo em que você tem experiência.
- Pergunta 09 - Qual o principal parâmetro considerado por você para definir as disciplinas mais importantes?
- Pergunta 14 - Dê uma nota de importância de 1 a 5 para cada disciplina de um projeto linear de engenharia, as quais foram listadas.

As perguntas 8 e 14, por exemplo, tinham o objetivo de confrontar a percepção dos participantes escolhendo as cinco disciplinas mais importantes na pergunta 8 e atribuindo notas de 1 a 5 a cada disciplina na pergunta 14. Essa estratégia foi utilizada para verificar a qualidade das respostas em relação à percepção dos participantes.

O Quadro 1 apresenta as afirmativas 15 a 22, tratadas como questões, apresentadas para que os participantes atribuissem uma nota de grau de concordância variava de 1 (menor concordância) a 5 (maior concordância).

A segunda rodada foi composta por questionário simplificado com 6 perguntas que tinham o objetivo de confirmar algumas percepções e interpretações dos dados coletados na primeira rodada, uma vez que fora observada convergência da maioria das respostas já na primeira rodada, seguindo as práticas da metodologia Delphi.

O questionário para a segunda rodada continha 4 perguntas que visavam confirmar a percepção dos especialistas em relação ao tema 4, a pergunta 3 relacionada ao tema 1 e a pergunta 6 que estava relacionada ao tema 5 descritos anteriormente, sendo as perguntas 1 e 2 apresentadas a seguir uma amostra do segundo questionário.

- Pergunta 01 - As disciplinas indicadas como mais importantes pelos participantes que responderam à 1ª rodada foram as seguintes. Você concorda?
- Pergunta 02 - Das disciplinas listadas na questão anterior, você eliminaria alguma? Indicá-la.

Na primeira rodada 134 profissionais com potencial de contribuição foram convidados a participar, sendo que desses, 47 participantes responderam ao questionário, o que representa participação de 35,1%.

Na segunda rodada, o questionário foi enviado a 37 profissionais que responderam que gostariam de receber o relatório de análise da primeira rodada. Desses, 21 profissionais responderam ao segundo questionário, o que representa participação de 56,8%.

Por fim, foram feitas as conclusões gerais das respostas aos questionários e o relatório final foi encaminhado para todos os participantes.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A maioria dos profissionais que responderam ao questionário tem o seguinte perfil: brasileiro (92%), engenheiro civil (68%), especialista (*latosensu*) (45%), mais de dez anos de experiência em projetos lineares (49%), sendo que 70% possuem experiência em projetos ferroviários e 47% em projetos rodoviários, 60% dos participantes têm experiência em desenvolvimento de projetos, e 47% possuem entre 5 e 10 anos de experiência com a metodologia *Front-End-Loading*. Já 83% responderam que possuem familiaridade com os produtos de engenharia desenvolvidos em FEL-2.

## SIBRAGEC - ELAGEC 2015- de 7 a 9 de Outubro –SÃO CARLOS – SP

Observou-se que o resultado entre as perguntas 8 e 14 colocadas foi convergente, sendo que apenas as disciplinas “Projeto geométrico” e “Terraplenagem” alternaram entre as cinco mais relevantes.

Mesmo com essa alternância, a disciplina “Projeto geométrico” apareceu na sexta colocação na pergunta 8, enquanto que a disciplina “Terraplenagem” figurou em sétimo na pergunta 14, o que demonstra que as respostas foram convergentes nas perguntas que se confrontaram.

Quando perguntados sobre qual o aspecto considerado para determinar as cinco disciplinas mais relevantes (Pergunta 9), os participantes divergiram, sendo que o percentual de respostas ficou equilibrado entre “Desenvolvimento do projeto” (32%), “Custos de construção” (26%) e “Complexidade de execução” (21%).

Nas questões 15 a 22 observou-se que houve alto grau de concordância dos participantes com as afirmativas apresentadas (Quadro 1), ou seja, convergiu-se para um alto grau de concordância em todas as afirmativas propostas.

O menor grau de concordância (GC) obtido foi 3,5 para a afirmativa 22. Essa afirmativa teve o seu texto revisado e foi submetida novamente para a análise dos participantes na segunda rodada de perguntas e respostas. O GC de cada afirmativa pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Afirmativas 15 a 22 do primeiro questionário e seu GC**

Af.	Descrição	GC
15	Antes de se iniciar a execução do FEL2 ou projeto conceitual a equipe do projeto deve se reunir para definir o plano de trabalho focando nas disciplinas de maior relevância. Deve-se avaliar a opinião de pessoas que detenham conhecimento nos quatro aspectos listados a seguir: a. O tipo de projeto a ser desenvolvido (...); b. O local onde o empreendimento será construído, os costumes, (...); c. Sobre a metodologia de desenvolvimento do projeto, no caso a metodologia FEL; d. Análise de maturidade de projetos.	4,5
16	As disciplinas listadas a seguir devem ser analisadas e um ranking de prioridades deve ser estabelecido antes da elaboração dos documentos de contratação dos serviços como as especificações técnicas, requisições, memoriais descritivos, cronogramas, planilhas de quantidade, dentre outros. Todas estão correlacionadas, contudo algumas têm interferência maior entre si. a. Análise e definição das diretrizes de traçado b. Caracterização geral complementar da região em estudo c. Topografia d. Estudos geológicos e geotécnicos (...)em FEL-2. e. (...)w. Plano de estudos geológico-geotécnicos para FEL-3.	4,4
17	Sondagens devem sempre ser realizadas em projetos lineares em FEL2, exceto em casos quando houver informações geológicas e geotécnicas anteriores, as quais devem ser suficientes para a caracterização geotécnica da obra.	4,0
18	Na etapa de FEL-2 deve ser adensada a malha de sondagens em locais críticos como, por exemplo, regiões com ocorrência de solo com baixa capacidade de suporte (solo mole). Em regiões com ocorrência predominante de solo com características favoráveis à construção e operação do empreendimento deve-se realizar a menor quantidade de furos possíveis.	3,9
19	Antes da elaboração das especificações para os projetos deve ser analisado, quando aplicável, o impacto esperado das pontes em termos de custos e na execução da obra: a. Nos casos de baixo impacto as pontes devem ser apenas locadas em planta. As alturas (...). b. Nos casos de alto impacto as pontes devem ter o seu projeto	3,7

**SIBRAGEC - ELAGEC 2015- de 7 a 9 de Outubro –SÃO CARLOS – SP**

Af.	Descrição	GC
	conceitual concluído, inclusive contemplando todos os recursos (...).	
20	As disciplinas listadas a seguir são as mais relevantes e essa é a tendência para os projetos lineares. a. Terraplenagem; b. Geotecnica e geologia; c. Topografia; d. Pontes; e. Acessos rodoviários; f. Infraestrutura.	3,8
21	Há casos em que as atividades das disciplinas mais relevantes devem ser antecipadas de FEL-3 para FEL-2 para possibilitar tomadas de decisão com maior maturidade durante e ao final dessa etapa.	4,0
22	Há disciplinas de engenharia mais relevantes, as quais devem ser tratadas em maior nível de detalhes, enquanto que as disciplinas com menor relevância podem ser incluídas como verbas na etapa de FEL2. Neste último caso os estudos e projetos para as disciplinas com pouca relevância para o projeto só deverão ser desenvolvidos na etapa de FEL-3.	3,5

As perguntas 1 e 2 da segunda rodada corroboraram e convergiram com as respostas dadas pelos participantes na primeira rodada, reafirmando as disciplinas “Análise e definição das diretrizes de traçado”, “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”, “Topografia”, “Terraplenagem”, “Estudos e seleção de alternativas técnicas (*Trade-offs*)” e “Projeto geométrico” como as disciplinas mais relevantes para projetos lineares.

Quando perguntados (pergunta 3) sobre qual o aspecto considerado para determinar as disciplinas mais relevantes, os participantes divergiram novamente, contudo na segunda rodada, quando submetido apenas três aspectos, os participantes apontaram “Desenvolvimento do projeto” (43%), “Complexidade de execução” (43%) e “Custos de construção” (14%), invertendo a ordem dos dois últimos aspectos.

Com base na divergência notada sugere-se que deve ser determinado para cada projeto, em função de seus objetivos e especificidades, qual será o direcionamento (qual o *driver*) para o seu desenvolvimento, o que deverá ser feito com base nos objetivos do negócio e associado aos riscos do empreendimento.

Os participantes foram solicitados para apontar na pergunta 4, dentre as cinco disciplinas mais relevantes, quais as 2 mais importantes segundo sua percepção. A disciplina “Análise e definição das diretrizes de traçado” foi apontada por mais de 80% dos participantes.

Mais de 30% dos participantes apontaram na pergunta 5 que incluiriam a disciplina “Interferência” entre as mais relevantes, o que sugere que a mesma deve ser considerada sob o ponto de vista da possibilidade de a mesma ser incluída em grupos de alta relevância dependendo do caso.

A disciplina “Terraplenagem” foi apontada por 28,6% dos participantes para ser incluída entre as mais relevantes, confirmando a percepção em relação a esta disciplina nas perguntas e rodada anteriores.

Na segunda rodada 67% dos participantes disseram que concordam que as disciplinas mais relevantes devem atingir o nível esperado para projeto básico na etapa de FEL-2, enquanto que as disciplinas de menor relevância podem ser incluídas como verbas nesta fase e desenvolvidas nas etapas posteriores.

Os participantes convergiram em relação à afirmativa proposta na pergunta 6, a qual tinha o objetivo de confirmar a afirmativa 22 da primeira rodada, o que sugere que é

factível antecipar atividades de etapas posteriores para o FEL-2 para as disciplinas mais relevantes e para as disciplinas de menor relevância pode-se trabalhar com verbas como, por exemplo, índices de outros projetos com características similares.

## **5 CONCLUSÕES**

A pesquisa realizada junto aos profissionais com experiência em diversos tipos de projetos lineares indicou as seguintes cinco disciplinas com tendência de serem as mais relevantes em projetos lineares: “Análise e definição das diretrizes de traçado”; “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”; “Estudos e seleção de alternativas técnicas (*Trade-offs*)”; “Topografia”; “Projeto geométrico”.

Os profissionais entrevistados demonstraram que o tema de priorização de atividades em projetos lineares pode trazer ganhos significativos para o desenvolvimento desses projetos além de trazer um potencial para o aumento da qualidade dos produtos de engenharia no que tange a acurácia dos orçamentos e dos planejamentos do desenvolvimento do projeto e da construção.

A contraposição de opiniões de especialistas, bem como a submissão dos participantes a perguntas que poderiam gerar conflitos em respostas permitiu, após observar a convergência das opiniões, concluir que o método utilizado possibilitou identificar as disciplinas mais relevantes na maioria dos casos de projetos lineares, sendo que os resultados observados devem ser verificados de acordo com as especificidades de cada empreendimento.

Este trabalho é inicial e exploratório. Acredita-se que a proposta de investigar a viabilidade de priorizar disciplinas em projetos conceituais lineares foi atendida e concluiu-se sobre sua aplicabilidade.

## **REFERÊNCIAS**

- BONNET, Clifford F. **Practical railway engineering**.2nd Edition. Imperial College Press. London, 2005.
- GIEZEN, Mendel. **Keeping it simple? A case study into the advantages and disadvantages of reducing complexity in mega project planning**. In: International Journal of Project Management 30 (2012) 781–790. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- LABADESSA, Gino. **Front-EndLoading e os Elementos Críticos de Sucesso em Projetos de Capital**. Primeira Edição. 2008.
- MERROW, Edward W. **Industrial Megaprojects: Concepts, Strategies, and Practices for Success**. Estados Unidos das Américas: Ed. John Wiley & Sons, 2011.
- PROFILLIDIS, V.A. **Railway Management and Engineering**.3<sup>a</sup> ed. Ashgate Publishing Limited. Inglaterra, 2006.
- ROMERO, F. **Contribuição ao estudo da concepção de projetos de capital em mega empreendimentos**. Dissertação de mestrado em Construção Civil, Publicação CDU: 69(043), Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- VALE S.A. **Especificação técnica para projetos conceituais ferroviários**. Brasil, 2012.
- VIDAL, L.A., MARLE, F., Bocquet, J.C., 2011. **Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process**. International Journal of Project Management 29 (6), 718–727.

**SIBRAGEC - ELAGEC 2015**– de 7 a 9 de Outubro –**SÃO CARLOS – SP**

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. **Delphi – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo.** Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 01, nº 12, 2º trim./2000.