

Relatório Final - ANTT

---

PROJETO  
PONTO DE  
PARTIDA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Departamento de Engenharia de Produção e Transportes  
Laboratório de Sistemas de Transportes - LASTRAN

# Relatório

PROJETO PONTO DE PARTIDA: CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM ELABORAÇÃO DE PROJETO DE  
RODOVIAS ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM LÚDICO-REAL-DIDÁTICA



***Relatório Final De Pesquisa:***

PROJETO PONTO DE PARTIDA: CAPACITAÇÃO TÉCNICA EM ELABORAÇÃO DE PROJETO DE RODOVIAS ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM LÚDICO-REAL-DIDÁTICA

***Instituição De Educação Superior Proponente:***

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

***Unidade Proponente:***

Laboratório de Sistemas de Transportes – LASTRAN

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes – DEPROT

Escola de Engenharia da UFRGS

***Coordenador Do Projeto***

Daniel Sergio Presta García, Dr.

Christine Tessele Nodari, Dr.

***Equipe Técnica***

Alejandro Ruiz Padillo, Dr. (UFSM)

César Luís Andriola, aluno de graduação (UFRGS)

Cristhiane Paludo Demore, aluna de graduação (UFRGS)

Daniela Bandeira Horvath, aluna de graduação (UFRGS)

Rodrigo Gomes Schmidt, aluno de graduação (UFRGS)

Tiago Kirsch Lanes, aluno de graduação (UFRGS)

Thiago Vitorello, MSc. (Triunfo Concepa)

Fábio Hirsch, MSc. (Triunfo Concepa)

Keli Mallmann, Esp. (Triunfo Concepa)

Rafael Sacardo, Eng. (Triunfo Concepa)



## SUMÁRIO

---

Introdução.....	1
Relevância e Justificativa.....	1
Jogos Educacionais.....	1
O Aprendizado Baseado em Problemas.....	2
Objetivos .....	2
Estrutura do Projeto.....	3
Planejar: Comissão de Licitação .....	4
Planejar: Cenário e Material de Apoio .....	4
Planejar: Elaboração do Edital .....	6
Executar: Publicação do Edital .....	6
Executar: Pesquisa de Background .....	6
Executar: Audiência Pública .....	6
Executar: Atividades de ARTs.....	7
Executar: Abertura dos Envelopes .....	7
Verificar: Fase Recursal .....	8
Verificar: Repasse de Pró-labore.....	9
Verificar: Distribuição de lucros .....	9
Verificar: Pesquisa de Satisfação.....	9
Agir: Análise das Propostas e Homologação.....	9
Agir: Evento de Premiação .....	10
Agir: Análise da Edição do Projeto .....	10
Agir: Publicação .....	10
Planejamento da atividade .....	11
Cenário .....	11
Cronograma.....	11
Procedimentos para a execução .....	12
Procedimentos de verificação.....	13
Indicadores de Desempenho .....	13
Indicadores para Estudo de Traçado – ET .....	14
Indicadores para Projeto Geométrico – PG .....	15
Indicadores para Projeto de Terraplenagem – PT.....	17
Procedimentos Metodológicos .....	18
A técnica do Processo Analítico Hierárquico - AHP.....	18
A técnica do Painel de Especialistas.....	19
Análise dos Resultados.....	20
Conclusões .....	23
Definição de intervenções/avaliações .....	25
Anexos.....	26

## INTRODUÇÃO

---

O ensino de estradas no Rio Grande do Sul iniciou ainda no final do século XIX, apresentando, desde o início, um caráter teórico-prático: solicitando aos alunos plantas baixas detalhadas, perfis longitudinais e transversais, movimentos de terra, memorial descritivo e justificativo. No final do século XX, foi criada a disciplina de Rodovias do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, incluindo o exercício de criação de um projeto de trecho rodoviário, adaptando e modernizando o conteúdo.

### Relevância e Justificativa

Que habilidades o mercado espera de um bom profissional de engenharia? A pergunta, embora retórica, deve ser feita quando somos responsáveis pela formação de novos engenheiros. A bibliografia recomenda sete atributos que permitem avaliar o desenvolvimento de um engenheiro: (i) conhecimentos e competências técnicas, (ii) competências intelectuais, (iii) atitudes, (iv) normas de prática de engenharia, (v) práticas de negócios, (vi) história e cultura internacional/nacional e (vii) proficiência em línguas.

Um desempenho integrado em educação engloba o desenvolvimento da maestria da técnica dos embasamentos teóricos (Competência), a aplicação desses conhecimentos e identificação de suas limitações e desafios (Dinâmica), a correlação entre diferentes metas, metas e soluções adotadas durante a aplicação (Experiência) e a concepção e criação dos avanços e conquistas no campo técnico (Realização). Assim, a competência envolva **saber, saber fazer e saber fazer acontecer**.

### Jogos Educacionais

A atividade de ensino tradicional, baseada exclusivamente em aulas expositivas, vem transformando os alunos em meros expectadores do processo ensino-aprendizagem. No sentido inverso, a utilização de jogos educacionais vem assumindo um papel de destaque em disciplinas de graduação, no Brasil e no mundo.

Na aprendizagem lúdica a transmissão de conhecimentos dá-se pelo processo de elaboração de situações didático-pedagógicas que facilitam a aprendizagem e não pela transmissão de 'verdades prontas'. Com o advento de novas mídias e com o acesso a novas tecnologias, a utilização de ambientes lúdicos tornou-se mais fácil de ser implementado, contudo o lúdico continua, geralmente, associado à educação infantil, sendo raras as iniciativas registradas no ensino superior. Embora ainda pouco utilizadas, algumas abordagens lúdicas são empregadas em instituições de ensino superior e, em particular, em alguns cursos de engenharia.

A disciplina de Rodovias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul oferece o primeiro contado do estudante de Engenharia Civil da UFRGS com a área de transportes. Com caráter teórico-prático, ela prioriza a formação científica e profissional dos alunos nas áreas de Projeto Geométrico e de Terraplenagem. Uma particularidade relevante da disciplina decorre da proposição de um trabalho de projeto de um segmento rodoviário com características bastante próximas das desenvolvidas por empresas e profissionais que atuam no mercado.

O planejamento na área de transportes exige competência nas seguintes técnicas:

- considerar contexto social, econômico e ambiental do trabalho, o “grande quadro”;
- entender as políticas legais regulatórias e enquadrar com o trabalho;
- entender e criar políticas de transportes, estratégias e planos que contribuam com as necessidades sociais, econômicas e ambientais;
- desenvolver os projetos, sistemas e serviços necessários de transporte;
- entender o aspecto comercial da operação de sistemas e serviços de transportes;
- conhecer e saber aplicar as ferramentas e técnicas relevantes para o trabalho.

### ***O Aprendizado Baseado em Problemas***

O Aprendizado Baseado em Problemas (ou Projetos) – PBL é um recurso didático centrado no aluno, fazendo deste o principal agente responsável pelo seu aprendizado. As principais características do PBL são:

- a aprendizagem precisa ser centrada no aluno;
- a aprendizagem tem de ocorrer em pequenos grupos de alunos sob a orientação de um tutor;
- o tutor deve atuar como facilitador;
- os problemas são apresentados na sequência de aprendizagem, antes de qualquer preparação ou estudo;
- os problemas são usados como uma ferramenta para alcançar o conhecimento e habilidades necessárias para sua resolução;
- novas informações precisam ser adquiridas através da aprendizagem auto-dirigida.

Uma sétima característica deve ser adicionada: que os alunos aprendem através da análise e resolução de problemas representativos.

### **Objetivos**

O objetivo principal do Projeto Ponto de Partida é oferecer ao aluno de graduação da disciplina de rodovias a possibilidade de atuar como engenheiro (coordenando, realizando estudos e projetos e fiscalizando) em um ambiente lúdico-real-didático, onde é convidado a formar uma pequena equipe para concorrer com outras em busca do êxito em um processo licitatório. Neste formato, aluno e equipe são avaliados por uma série de quesitos (melhor estudo apresentado em audiência pública, melhor projeto segundo indicadores de desempenho definidos, melhor análise das propostas concorrentes, etc.) e confrontados com seus pares.

Neste formato, o aluno e a sua equipe são avaliados por uma série de quesitos (melhor estudo em audiência pública, melhor projeto segundo indicadores de desempenho, melhor análise das propostas concorrentes, etc.) e confrontados com suas equipes ampliam habilidades de: (i) liderança, (ii) coordenação, (iii) desenvolvimento tecnológico, (iv) resiliência (capacidade do indivíduo em lidar com problemas, superar obstáculos e resistir à pressão em situações adversas) e (v) responsabilidade social, atingindo o objetivo secundário deste projeto.

Para poder alcançar os objetivos mencionados, esta prática educacional inovadora será concebida de forma a ser replicável ao longo do tempo e em outras instituições de ensino, além da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), objeto original da pesquisa. Esta característica do Projeto contempla o objetivo maior do mesmo (macro): oferecer às disciplinas de graduação de rodovias de universidades brasileiras uma atividade de projeto lúdico-real-didática, com viabilidade de implantação e com modelo de avaliação definido.

A formação mais ampla do aluno de graduação de engenharia é um objetivo secundário do Projeto. Ao disponibilizar recursos e desafios ao aluno, que permitam seu crescimento como profissional e cidadão, pretende-se ampliar suas habilidades de: (i) liderança, (ii) coordenação, (iii) desenvolvimento tecnológico e (iv) resiliência (capacidade do indivíduo em lidar com problemas, superar obstáculos e resistir à pressão em situações adversas) e (v) responsabilidade social.

Para poder atingir os objetivos mencionados, o Projeto foi concebido de forma a ser replicável ao longo do tempo e em outras instituições de ensino. Esta característica do Projeto contempla o objetivo maior do mesmo (macro): oferecer às disciplinas de graduação de rodovias de universidades brasileiras uma atividade de projeto lúdico-real-didática, com viabilidade de implantação e com modelo de avaliação definido. O Projeto Ponto de Partida apresenta caráter maleável para permitir tanto aproximação das práticas do mercado quanto adaptação às diversas realidades das instituições de ensino.

A aplicação em conjunto, de PBL e de Jogos educacionais é válida, pois ambos os métodos de ensino atuam como complementos um do outro. No ensino de engenharia a utilização de problemas e cenários reais proporciona um melhor entendimento sobre o conteúdo, e a “ludificação” motiva os alunos no desenvolvimento do melhor projeto possível. Os alunos são instigados a desenvolver habilidades exigidas tanto pelo Estado da Arte quanto pelo Estado da Prática:

- aplicar conhecimentos de projeto rodoviário, estudos de traçado, transporte e distribuição de volumes de terraplenagem, aplicação das Normas estabelecidas e avaliação com base em critérios de desempenho;
- utilizar *softwares* especializados para solução de problemas de Engenharia;
- conceber projeto rodoviário simples e robusto;
- apresentar, justificar, defender e confrontar seus projetos, de forma oral e escrita, para concorrentes e avaliadores;
- trabalhar em equipe e desenvolver qualidades para administrar tempo e grupo.

## Estrutura do Projeto

O Projeto é composto por 4 etapas avaliativas: Audiência Pública com apresentação de EVTEA, Abertura dos Envelopes com entrega do Projeto Executivo, Fiscalização da Concorrência e Correção Final. Antes do início da primeira etapa, preferencialmente nas duas primeiras semanas do período letivo, os alunos deverão organizar-se para formar as Equipes. O prazo limite para a formação das Equipes fica a critério do Professor. Nesse período também já deverá ser aos alunos o material de apoio necessário para o desenvolvimento do projeto.

Conforme decisão do Professor, penalidades poderão ser atribuídas tanto na nota quanto nos critérios de desempenho obtidos durante a Abertura dos Envelopes, em decorrência de atraso na entrega, erro no levantamento dos critérios de desempenho, mudanças significativas na formação da Equipe ou na diretriz selecionado ou outros critérios que o mesmo considerar significativos. Penalidades típicas são redução de 5% da nota de alguma etapa ou majoração de 10% a 30% de algum dos critérios de desempenho, ou mesmo substituição do valor da nota ou indicador pelo da nota ou indicador da equipe de pior desempenho.

O Projeto Ponto de Partida foi concebido de forma a simular atividades desenvolvidas por engenheiros em projetos de infraestrutura de transportes. O trabalho desenvolvido pelos alunos, em equipes, simula vários dos procedimentos comuns a uma Concorrência Pública. De forma a garantir o aprimoramento contínuo das edições sucessivas do Projeto, as etapas foram agrupadas no método iterativo de gestão de quatro passos do Ciclo PDCA (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). A escolha por agrupar as etapas em um Ciclo PDCA decorre do entendimento do conceito do processo na gestão do conhecimento gerado em cada edição do. Na sequência, as etapas são apresentadas em destaque.

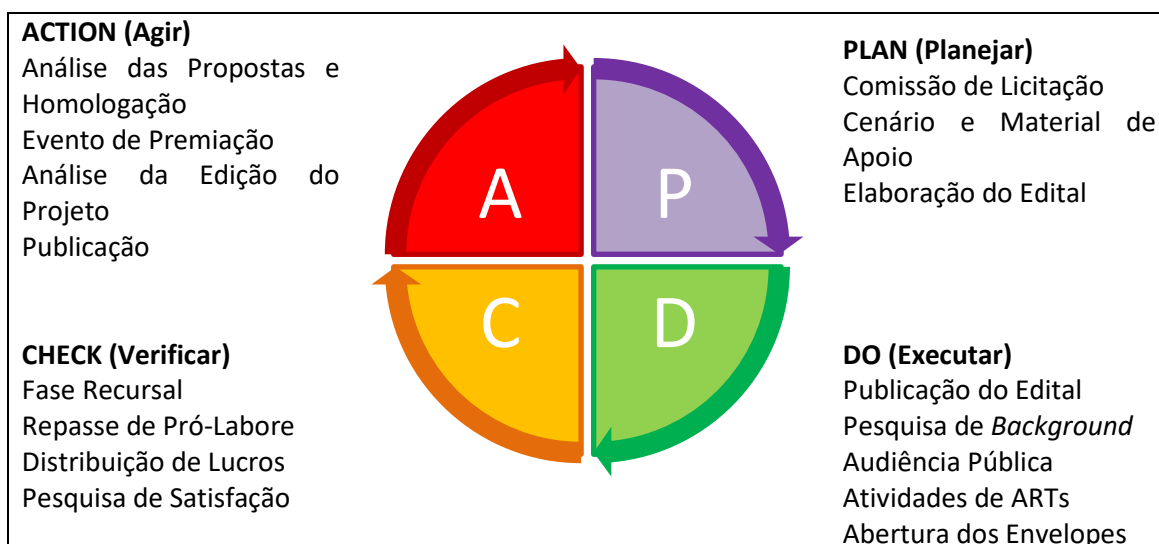


Figura 1 – ciclo PDCA do Projeto Ponto de Partida

### *Planejar: Comissão de Licitação*

Cada edição do Projeto Ponto de Partida tem por etapa inicial o planejamento da Comissão de Licitação. Esta deve ser formada pelo seu presidente (geralmente o professor da disciplina), pelos membros avaliadores (denominados de Banca Examinadora – professores, pesquisadores e profissionais da área convidados) e pelo pessoal de apoio (denominados de Fiscais – monitores e bolsistas).

Esta etapa tem por finalidade principal a construção de um grupo de trabalho com duas características fundamentais: (i) engajamento no projeto – permitindo o desenvolvimento do mesmo sem quebra de continuidade e (ii) reconhecida excelência – de forma a viabilizar análises qualificadas nas diferentes etapas do projeto.

### *Planejar: Cenário e Material de Apoio*

O cenário real-didático deve ser planejado para oferecer informações reais (contextualização) sem prejudicar o processo de ensino-aprendizagem (didático). Nesse contexto, optou-se por



utilizar bases de dados reais em sistemas GIS (Geographic Information Systems) com a identificação do relevo, hidrografia, sistema viário existente, ocupação do solo e demais condicionantes. Os arquivos devem conter os elementos necessários para o desenvolvimento de estudos e projetos condizentes com a classe da rodovia que irá integrar o Termo de Referência. Para a edição de 2017/2 o Projeto Ponto de Partida estará disponibilizando um cenário localizado ao sul do município de Viamão, com extensão em diretriz entre os marcos de início e fim de, aproximadamente, 3,7 quilômetros, conforme Figura 2.

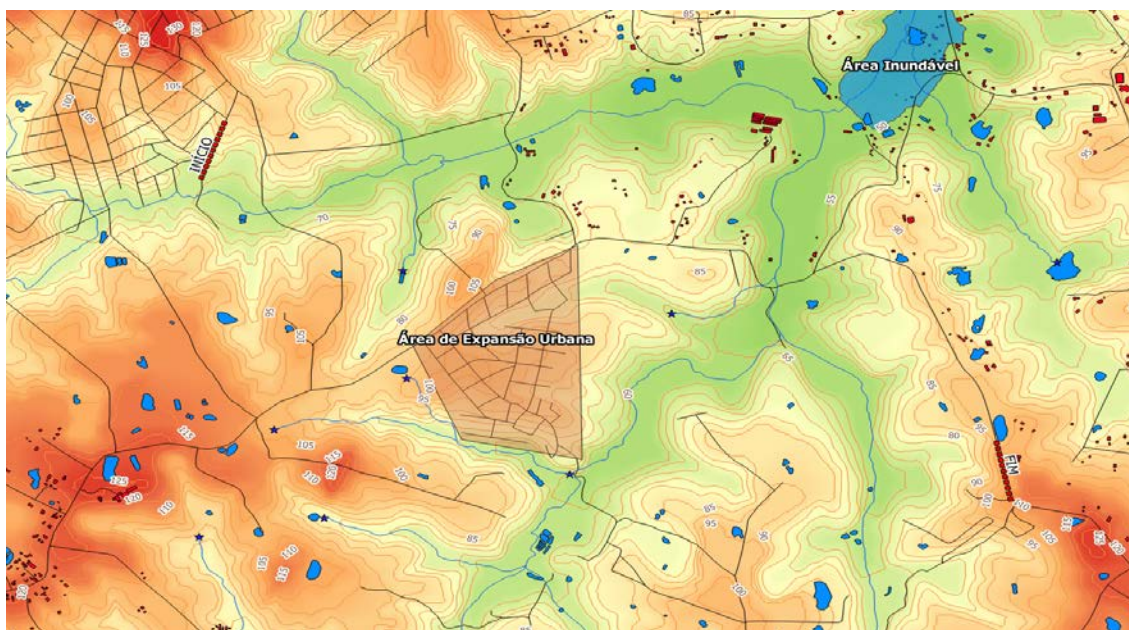


Figura 2 – recorte de imagem georreferenciada disponibilizada para a edição PPP-UFRGS-2017-2

Os alunos, além do conhecimento exigido e avaliado de estudos de traçado, projeto geométrico e de terraplenagem, deverão estar aptos para a utilização de softwares GIS e de Projetos Viários. De forma a facilitar o processo de capacitação dos alunos nas ‘ferramentas’ necessárias ao trabalho, é planejado, nesta etapa, o material de apoio a ser disponibilizado - guia passo-a-passo em formato PDF (Figura 3) e tutoriais em vídeo no canal **Saepto Projeto** no YouTube ( <https://www.youtube.com/channel/UCjkQ-XPTGMq6gT80c6hRfIA> ).

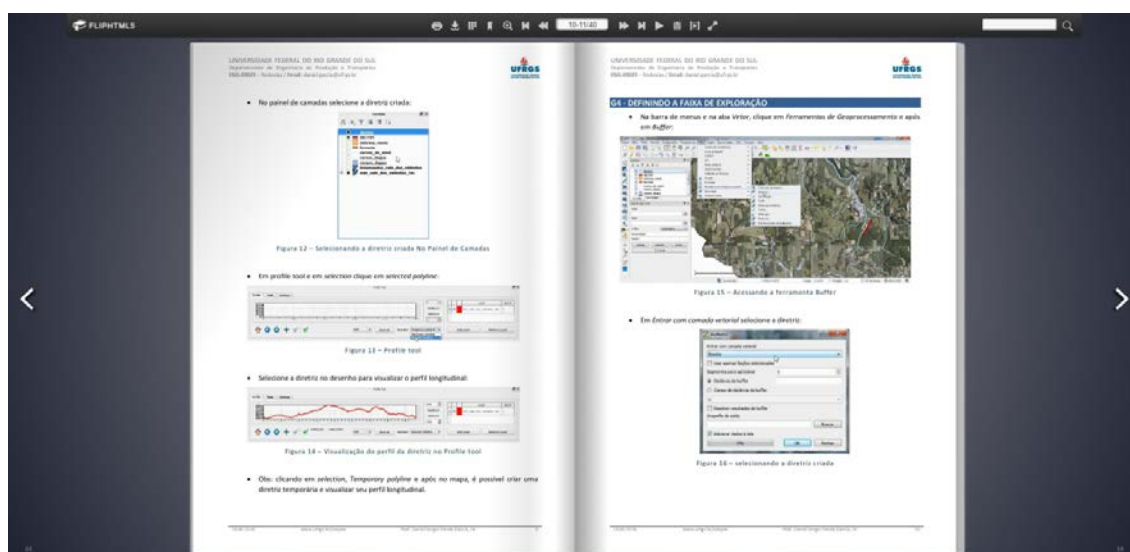


Figura 3 – material didático disponibilizado para capacitação dos alunos

### ***Planejar: Elaboração do Edital***

O instrumento pelo qual uma administração torna pública a realização de uma Licitação é o Edital. Integra o Edital, além dos arquivos já mencionados, o Termo de Referência que apresenta instruções quanto às atividades a serem desenvolvidas, o cenário real-didático e as especificações técnicas de norma a serem utilizadas. É apresentado também guias relativos aos softwares recomendados e modelos de relatórios. Os principais parâmetros de projeto (norma técnica utilizada, classe da rodovia e região), bem como os formatos de encaminhamento do projeto, estão discriminados neste documento inicial.

### ***Executar: Publicação do Edital***

O início dos trabalhos do Projeto Ponto de Partida, para os alunos, ocorre no início do semestre (primeira ou segunda aula) com a formação das equipes, geralmente, com quatro ou três integrantes e o recebimento/apresentação do Edital. Devidamente notificados pelo Edital quanto às exigências dos prazos, dos formatos, dos eventos e das condicionantes do projeto, é dado um cronograma planejado às equipes que, posteriormente, será confrontado com o realizado.

### ***Executar: Pesquisa de Background***

Na primeira aula ocorre, além da publicação do edital, uma pesquisa com o objetivo de coletar as informações de base dos alunos (conhecimentos na área de transporte, proficiência no uso de certos softwares e preferências de aprendizagem), além de suas expectativas em relação ao projeto.

### ***Executar: Audiência Pública***

A etapa de Audiência Pública aborda os Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA – para implantação de trecho rodoviário. A atividade, que corresponde a 20% da nota total, desenvolve-se em sala de aula com os alunos se reunindo em consórcios de três equipes cada, apresentando seus estudos para as demais equipes e para Banca Examinadora (Figura 4). Ao término da Audiência Pública, cada consórcio tem a sua alternativa de traçado escolhida, determinando a faixa de exploração a ser utilizada pelas equipes integrantes do mesmo, na etapa de projeto (Figura 4a). Qualquer alteração desta faixa nas etapas subsequentes irá produzir penalizações às equipes.



(a)



(b)

**Figura 4 – equipes apresentando EVTEA em Audiência Pública**

### ***Executar: Atividades de ARTs***

As atividades práticas, no Projeto Ponto de Partida, que se desenvolvem em sala de aula ao longo do semestre, recebem a denominação de Atividades de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Em tais atividades as equipes devem encaminhar formulário específico com a resolução de questões com graus de dificuldade e pontuação distintas. Cada membro da equipe pode encaminhar uma única ART com a resolução de uma única questão. A pontuação é contabilizada para o aluno e para a equipe sendo considerada para:

- comprovar a habilitação técnica da equipe no processo licitatório e sua consequente participação, ou não, na etapa da Abertura dos Envelopes;
- atribuir uma pontuação adicional (lucro) para os alunos, segundo a classificação da equipe em relação as demais e a produção do aluno em relação aos seus parceiros de equipe.

Na Figura 5 é possível observar um detalhe importante da atividade de ART, o comprometimento de todos os membros da equipe que passam a ter um objetivo comum: a obtenção da pontuação possível para a atividade, dentro dos conhecimentos que acreditam possuir.

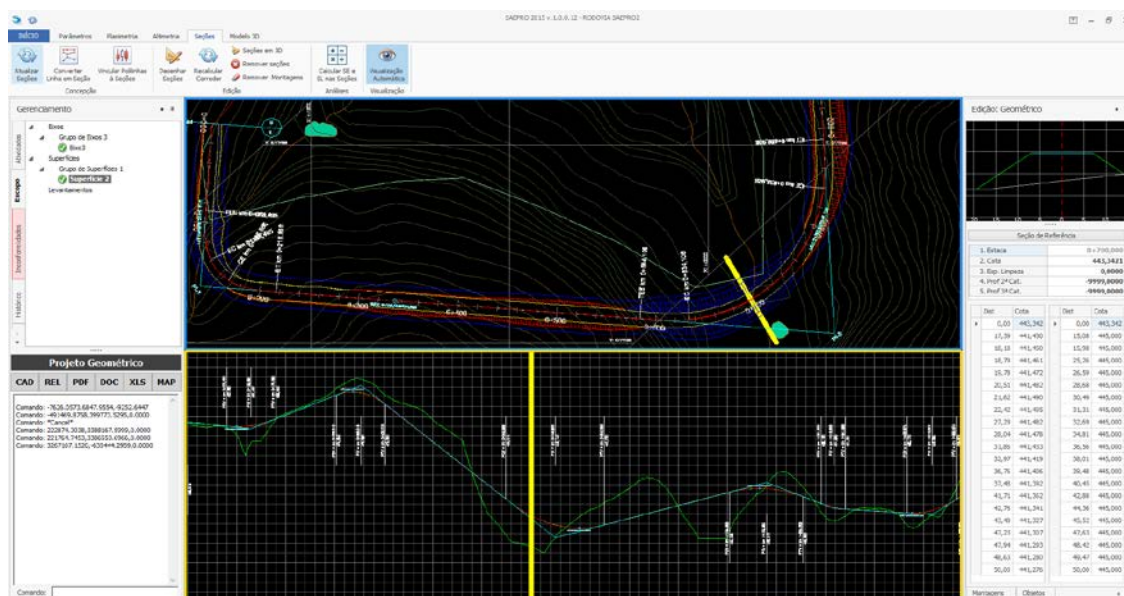


**Figura 5 – alunos realizando uma das atividades de ART**

### ***Executar: Abertura dos Envelopes***

Entre a Audiência Pública e a etapa de Abertura dos Envelopes desenvolve-se o projeto geométrico e de terraplenagem (oito semanas). Nessa etapa, as equipes devem definir o eixo planimétrico, projeto altimétrico e seções transversais de projeto. A utilização de um software para auxílio ao projeto favorece a possibilidade de otimizar o mesmo, realizando ajustes e correções, de forma a obter o melhor projeto possível (Figura 6).





**Figura 6 - exemplo de projeto geométrico realizado na disciplina no software SAEPRO**

O Projeto de Terraplenagem, decorrente do corpo estradal definido na etapa do Projeto Geométrico, é um projeto simplificado. Na edição 2017/1 do Projeto Ponto de Partida, o material proveniente de corte foi totalmente classificado como de 1ª Categoria com condições de suporte para terraplenagem e fator de homogeneização de 1,3. Os custos da terraplenagem são calculados a partir de valores reais disponibilizados pelo Sistema de Custos Rodoviários do DNIT (SICRO2).

A Abertura dos Envelopes ocorre em evento único em sala de aula. As equipes devem encaminhar, em envelope pardo lacrado, os seguintes documentos: (i) Relatório de Projeto em formato A4, (ii) Projeto Executivo em formato A3, (iii) Documentos de Habilitação e Orçamento das Obras em formato A4 e (iv) mídia (DVD ou pendrive) com cópia em formato PDF dos documentos do projeto. Na Proposta Técnica e de Preço constam os indicadores de desempenho adotados. Esses indicadores são registrados em planilha específica com o objetivo de caracterizar a distribuição dos valores, média, desvio padrão e o posicionamento de cada equipe em relação aos demais adversários. Os indicadores permitem identificar as melhores configurações de projeto, sendo estes avaliados em até 20% da nota total.

Para participar da etapa de abertura dos envelopes, as equipes devem possuir pontos de ART (anotação de responsabilidade técnica) necessárias, que são obtidos através de exercícios realizados em aula ao longo do semestre. Esses exercícios têm como objetivo garantir que os alunos estão qualificados para realizar as etapas do projeto.

### **Verificar: Fase Recursal**

Os indicadores de desempenho das equipes são valores autodeclarados, ou seja, estão sujeitos a não corresponder com os valores oriundos do projeto. Nesse sentido, a etapa que dá sequência à Abertura dos Envelopes é a Fase Recursal. Nesta etapa, cada equipe deve analisar duas propostas concorrentes (por sorteio) dispondo, para tanto, de 30 minutos por proposta. Da análise realizada por cada equipe resulta documento a ser anexado à ata do Edital, onde as equipes tentarão desqualificar as propostas concorrentes mediante a identificação de

problemas de cálculo, valores fora de norma, atividades não realizadas, etc. A atividade Fase Recursal corresponde a 10% da nota total. O confronto de análises de diferentes equipes com a análise desenvolvida pelos membros da Banca Examinadora irá indicar a nota da equipe neste quesito, bem como possíveis penalizações às equipes que cometeram erros grosseiros.

#### ***Verificar: Repasse de Pró-labore***

Uma crítica muito comum por parte dos alunos aos trabalhos em grupo decorre da diferença de comprometimento entre os membros. De forma a propiciar uma autoavaliação do indivíduo e do grupo, a etapa Repasse de Pró-labore permite a diferenciação de nota entre os membros de uma mesma equipe com um delta de até 1 ponto (até 0,5 positivo e 0,5 negativo no total da equipe). Este exercício de autocritica e de relacionamento interpessoal é pouco tratado nas atividades acadêmicas. A reflexão sobre este tema gera o amadurecimento do indivíduo como profissional, sendo relevante à proposta do Projeto. A negociação dos valores, conforme participação, é interna à equipe, autodeclarada e consensual, por meio da assinatura do Termo de Repasse de Pró-labore.

#### ***Verificar: Distribuição de lucros***

Como citado anteriormente, os alunos para participarem da etapa de abertura de envelope, precisam de certos pontos de ARTs, que são obtidos através de exercícios ao longo do semestre. Com o objetivo de motivar a realização destes exercícios, será dado um máximo de até um ponto na nota individual do trabalho, dependendo da quantidade de pontos obtidos. Será utilizada uma distribuição normal, com a equipe com mais pontos de ART recebendo um ponto extra, com seus integrantes recebendo este ponto conforme o repasse de Pró-labore.

#### ***Verificar: Pesquisa de Satisfação***

A Pesquisa de Satisfação é a etapa que encerra a participação dos alunos no Projeto. É nesta etapa que o aluno tem a possibilidade de avaliar o Projeto Ponto de Partida segundo os critérios a serem tratados no tópico Metodologia de Avaliação.

#### ***Agir: Análise das Propostas e Homologação***

A Análise das Propostas e Homologação é a etapa que inaugura o passo Agir do ciclo PDCA do Projeto. Esta etapa é desenvolvida pela Comissão de Licitação que, inicialmente, analisa os recursos encaminhados pelas equipes concorrentes. A pontuação de até 10% da nota total do trabalho sobre a etapa de Fase Recursal é atribuída pela Comissão de Licitação em função da capacidade verificada na equipe fiscalizadora em identificar problemas existentes nas propostas concorrentes.

As equipes fiscalizadas que apresentarem problemas no projeto, com possibilidade de alteração dos indicadores de desempenho utilizados para elaboração da Proposta Técnica e de Preços, poderão ser penalizadas com acréscimo de valores percentuais sobre o custo total da terraplenagem. Em caso de erros graves repetidos, a Comissão de Licitação poderá desqualificar a equipe zerando a pontuação na etapa de Abertura dos Envelopes.

Uma vez tendo-se computado os 20% da etapa de Audiência Pública, os 20% da etapa da Abertura dos Envelopes e os 10% da etapa Fase Recursal, é iniciada a avaliação da Proposta encaminhada pela equipe como trabalho didático. Esta avaliação considera aspectos de precisão, de forma, de português, de conteúdos presentes e de outros tantos critérios



utilizados na correção de trabalhos didáticos. Tal item equivale a 50% da nota total do trabalho.

#### ***Agir: Evento de Premiação***

Após a etapa de análises das propostas e homologação, é realizado um evento onde os melhores projetos são premiados com um valor em dinheiro (dependendo dos recursos obtidos), e com a possibilidade de publicação dos mesmos. Além da premiação das equipes, 50% dos recursos obtidos serão doados para as entidades beneficentes escolhidas pela equipe vencedora e pela turma como um todo.

#### ***Agir: Análise da Edição do Projeto***

A Comissão de Licitação, de posse dos apontamentos registrados ao longo de todas as etapas desenvolvidas no projeto, das avaliações finais das equipes e dos dados da pesquisa de satisfação dos alunos, desenvolve, nesta etapa, a análise da Edição do Projeto. Aspectos positivos e negativos identificados devem ser registrados como novas orientações para o conjunto de 'boas práticas' a serem retomadas nas etapas de Planejamento da Edição posterior.

#### ***Agir: Publicação***

De forma a oferecer subsídios a edições futuras do Projeto e consolidar a produção intelectual desenvolvida por todos os agentes envolvidos, cada Edição será considerada concluída quando da publicação dos projetos das três melhores equipes, através de uma atividade de extensão (formato eBook). Tal produção permite apropriar autoria de capítulo tanto aos alunos participantes (somente com a assinatura do Contrato de Cessão de Direitos Autorais e Publicações), como à Banca Examinadora. Reunir e disponibilizar as publicações das edições do Projeto em um meio eletrônico/digital de fácil acesso é a principal contribuição para as edições subsequentes.

## PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

---

### Cenário

O Projeto Ponto de Partida, dentro de sua proposta de atividade lúdico-real-didática, sempre buscou viabilizar o emprego de cenários reais para o desenvolvimento do estudo de projeto rodoviário. A primeira grande evolução foi a obtenção de base georreferenciada da região do Vale dos Vinhedos, com as informações quanto a relevo, hidrografia e sistema viário em Sistema de Informação Geográfica – GIS.

## PROCEDIMENTOS PARA A EXECUÇÃO

---

Nos moldes adotados para o Projeto, que visa aproximar-se de um processo de licitação, são disponibilizados para os alunos uma série de documentos para referência e modelo, dentre os quais os mais representativos são o das Diretrizes Básicas e o do Termo de Referência.

As Diretrizes Básicas (Anexo A) introduzem ao aluno o projeto em si, as etapas do processo de avaliação – bem como os critérios de pontuação – e apresenta os Indicadores de Desempenho adotados para a avaliação dos projetos desenvolvidos. Os Indicadores de Desempenho que serão melhor explicados no capítulo seguinte no presente relatório.

O Termo de Referência (Anexo B), por sua vez, é próprio de cada edição do projeto. Nele constam os parâmetros para o desenvolvimento do trabalho de cada grupo, categorizando a rodovia, o cenário adotado, as exigências condicionantes que deverão ser seguidas, os elementos de projeto que deverão ser desenvolvidos e os pesos referentes a cada Indicador de Desempenho.

A documentação produzida, a ser oferecida aos alunos que participarão da edição totaliza 26 documentos distintos. Os arquivos nos mais diversos formatos (DOCX, XLSX, PDF, DWG, EXE e ZIP) destinam-se a facilitar a compreensão da proposta do Projeto, sua regulamentação, formatos, estudos a partir de arquivos SIG - Sistema de Informação Geográfica, e projeto através de arquivos CAD (Computer Aided Design) e arquivos proprietários. A lista com os arquivos disponibilizados para a futura edição do Projeto é apresentada no Anexo C.

## PROCEDIMENTOS DE VERIFICAÇÃO

---

Indicadores de Desempenho são ferramentas de gestão que permitem medir e avaliar o desempenho e sucesso de determinados processos e/ou organizações. Um exemplo de Indicador de Desempenho é o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) (UNDP, 2016). Uma crítica comum aos Indicadores de Desempenho decorre da simplificação de valores tangíveis e intangíveis a um número.

O termo “indicadores chave de desempenho” (Key Performance Indicators – KPI) ainda não é comumente empregado quanto a projeto e construção de estradas (Molenaar and Navarro 2011). Contudo, agências focadas no desempenho de seus projetos aplicam medições, objetivos e políticas próprias na análise de desempenho. A oportunidade de adoção de KPIs de forma contratual resultaria em um processo mais formalizado. Segundo o Georgia Department of Transportation – GDOT, esforços de pesquisa focados na seleção de projetos de transportes ainda são relativamente limitados (Baabak Ashuri, Mostaan, and Hannon 2013). Contudo, há um conhecimento crescente quanto a Project Delivery System em diferentes setores da indústria.

Iniciativas para tornar mais objetiva a avaliação de projetos concentram-se no processo e nos critérios de seleção. Touran et al. (2009) avalia o processo de seleção como: (i) definição dos fatores de seleção com base nas metas alvejadas; (ii) definição do peso dos fatores, conforme sua influência no sucesso do projeto; e (iii) a definição do método de pontuação e obtenção da pontuação final. Já Love et al. (2012) caracteriza como critérios importantes na seleção de projetos públicos: (i) Tempo (prazo), (ii) Certeza do Tempo (cronograma), (iii) Certeza do Custo (precisão), (iv) Competividade do Preço (seleção de custos), (v) Flexibilidade (variabilidade necessária), (vi) Complexibilidade (especialização), (vii) Qualidade (conceito), (viii) Responsabilidade (sintonia com o cliente) e (ix) Risco (reflexo nos custos).

### Indicadores de Desempenho

No Projeto Ponto de Partida, as áreas de conhecimento passíveis de serem analisadas foram divididas em três: (i) Estudos Topográficos, (ii) Projeto Geométrico e (iii) Projeto de Terraplenagem. Os Indicadores de Desempenho selecionados devem considerar dimensões complementares, capazes de caracterizar uma adequada representação do todo. Outro aspecto relevante decorre da simplicidade para obtenção do indicador nas diferentes etapas do projeto.

Os indicadores propostos devem permitir o confronto entre alternativas e a construção de uma base de dados que será utilizada para caracterizar diferentes configurações de projeto. Para tanto, foi fundamental a utilização de indicadores relativos, em detrimento de indicadores absolutos. Como será visto mais adiante, dos nove indicadores propostos, apenas um é absoluto, sem produzir prejuízo a comparações de diferentes projetos, neste caso.

As áreas avaliadas no projeto são as definidoras da Dimensão Sequencial atribuída aos indicadores. Neste contexto, o Estudo de Traçado faz parte da dimensão sequencial classificada como **prévia**, o Projeto Geométrico como **decorrente** e o Projeto de

Terraplenagem como **subsequente**. Tal dimensão estabelece a sequência lógica do projeto e as possíveis relações de causa e efeito entre os indicadores (Quadro 1).

A outra dimensão adotada, para a seleção dos indicadores, foi a **Espacial-Contextual**. A dimensão espacial foi subdividida nas vistas características de um Projeto Geométrico de Rodovias (planimétrica, altimétrica e seções transversais). A dimensão contextual reúne os elementos anteriores a elaboração do projeto, referentes ao cenário proposto. A existência de rios, sistema viário, edificações, mata nativa e relevo fazem parte da dimensão Contextual.

**Quadro 1:** Indicadores de Desempenho segundo Dimensões – Fonte: autor

		Dimensão Espacial			Dimensão Contextual
		Planimetria	Altimetria	Seções Transversais	
Dimensão Sequencial	Estudo de Traçado (Prévia)	Acréscimo sobre a diretriz (%)	Porcentagem de declividades anômalas (%)	Interferências por quilômetro (un/km)	
	Projeto Geométrico (Decorrente)	Tortuosidade média (°/mkm)	Esforço altimétrico adicional percentual (%)	Acréscimo sobre a plataforma(%)	
	Projeto de Terraplenagem (Subsequente)	Distância média de transporte – DMT (km)	Volume de terraplenagem transportado por quilômetro (m³/km)		Porcentagem de volumes externos ao trecho (%)

Os Indicadores de Desempenho propostos no Quadro 1 foram selecionados de forma a preencher o máximo de quadriculas da matriz com o menor número de indicadores possível, sem perder a caracterização de cada um dos elementos dispostos nas referidas dimensões. O total de nove indicadores resultou da distribuição de três indicadores para cada uma das etapas da dimensão sequencial.

#### *Indicadores para Estudo de Traçado – ET*

O Estudo de Traçado é uma etapa prévia ao Projeto Geométrico. Sobre mapas, cartas geográficas, restituições e/ou bases de dados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) o projetista avalia as condicionantes de relevo, hidrológicas, geológicas, de uso do solo, entre outras para definir alternativas de traçado com viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Os indicadores de desempenho para Estudo de Traçado caracterizam-se por sua simplicidade de obtenção, visto que nem sempre é possível contar com programas computacionais mais elaborados para a sua obtenção. Conforme apresentado no Quadro 1, os indicadores na área de Estudos de Traçado avaliam características planimétricas, altimétricas e de contexto, sendo esta última associada a seção transversal a partir da análise das possíveis interferências sobre a faixa de domínio. Os indicadores selecionados são apresentados a seguir:

- **ET1 – Acréscimo sobre a diretriz:** tradicional indicador planimétrico relativo do projeto geométrico. No Projeto Ponto de Partida é utilizado para avaliar a etapa de Estudos de



Traçado. É calculado dividindo-se a distância percorrida ao longo do trecho pela distância em linha reta (diretriz). Como o indicador refere-se a acréscimo, deve ser subtraído o valor 1 da divisão (equação 03). É apresentado em porcentagem e seu sentido indica: quanto menor melhor. O valor 0% é o menor possível, não existindo um limite superior. Traçados em regiões montanhosas, geralmente, apresentam índices superiores aos das regiões onduladas e estes aos dos traçados em regiões planas;

$$ET1 = \left( \frac{E}{D} - 1 \right) \times 100 \quad (03)$$

onde ET1 é o acréscimo sobre a diretriz (%), E é a extensão do trecho (m) e D a distância em diretriz (m).

- **ET2 – Porcentagem de declividades anômalas:** indicador altimétrico relativo, que avalia a proporção de trechos do perfil longitudinal do terreno em aclives e declives, com declividade superior a estabelecida para o projeto por norma, sobre a extensão total do trecho (equação 40). O sentido do indicador é: quanto menor melhor. O indicador pode variar entre 0% e 100%;

$$ET2 = \left( \frac{\sum E_A + \sum E_D}{E} \right) \times 100 \quad (04)$$

onde ET2 é a porcentagem de declividades anômalas (%), E a extensão do trecho (m) e  $E_A$  e  $E_D$  as extensões em aclives ou declives com declividade superior a de norma (m).

- **ET3 – Interferências por quilômetro:** indicador relativo de registro de situações adversas pontuais (corpos d'água, edificações, redes de alta tensão, árvores centenárias, etc). O indicador resulta da divisão das ocorrências pela extensão do trecho (equação 05). O valor 0,0 un/km é o menor possível, não existindo limite superior. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Em caso de situações com interferências não pontuais (mata nativa, área inundável e incorporação de vias existentes) deve-se determinar uma extensão com equivalência a uma unidade. No Projeto Ponto de Partida, a unidade do indicador é definida para extensões de interferências contínuas de 100 metros. Um segmento de 160 metros do traçado, sobre área inundável, contribuirá com duas interferências para o indicador. Os segmentos deverão ser analisados de forma isolada.

$$ET3 = \left( \frac{\sum I}{E} \right) \times 100 \quad (05)$$

onde ET3 é o indicador de interferências por quilômetro (un/km), E a extensão do trecho (km) e I o número de interferências (un).

#### **Indicadores para Projeto Geométrico – PG**

O Projeto Geométrico decorre do Estudo de Traçado e produz efeitos sobre o Projeto de Terraplenagem. A configuração espacial (tridimensional) do corpo estradal está bem caracterizada nos indicadores selecionados por meio das vistas planialtimétrica e das seções transversais. A dimensão contextual, nesta etapa, contribui na caracterização dos offsets e consequentes taludes da seção transversal. Os indicadores são apresentados a seguir:

- **PG1 – Tortuosidade média:** indicador planimétrico relativo clássico do projeto geométrico. A tortuosidade de uma curva circular é obtida a partir da divisão do ângulo central pelo seu raio (equação 06). Curvas com transição em espiral possuem uma equação própria e são menos tortuosas que as circulares de mesmo raio (equação 07). A tortuosidade média resulta da soma de todas as tortuosidades dividida pela extensão do

trecho (equação 08). O valor 0,000 °/mkm indica um trecho viário sem curvas. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Regiões montanhosas geralmente apresentam tortuosidades mais elevadas em relação a tortuosidade de regiões onduladas e planas;

$$T_C = A_c/R \quad (06)$$

$$T_T = \frac{\theta + (Sc_1 + Sc_2)/3}{R} \quad (07)$$

$$PG1 = \frac{\sum T_C + \sum T_T}{E} \quad (08)$$

onde PG1 é a tortuosidade média (°/mkm), E a extensão do trecho (km),  $T_C$  e  $T_T$  as tortuosidades na curva circular simples e na curva com transição (°/m), R o raio da curva (m),  $A_c$  o ângulo central da curva (° decimais),  $\theta$  o ângulo central do trecho circular para curva com transição (° decimais) e  $Sc_1$  e  $Sc_2$  os ângulos da transição na entrada e na saída da curva (° decimais).

- **PG2 – Esforço altimétrico adicional percentual:** o comprimento virtual é um indicador altimétrico absoluto clássico do projeto geométrico. Tem por propósito transformar a extensão do trecho viário em uma extensão equivalente para um trecho em nível, majorando as distâncias em aclave, em virtude da queda de desempenho mecânico dos veículos (segmentos em declive são considerados como em nível). Como uma rodovia geralmente possui dois sentidos, com rampas em aclave e declive, deve-se determinar o comprimento virtual em ambos (ida e volta, equações 09 e 10). O comprimento virtual resulta da média entre estes. Como o comprimento virtual é um indicador absoluto, este não se presta para comparações entre trechos. O esforço altimétrico adicional decorre da divisão do comprimento virtual médio pela extensão do trecho, descontado da unidade (equação 11). Desta forma, o indicador passa a ser relativo, permitindo o confronto entre projetos distintos. O sentido da escala é: quanto menor melhor. O menor valor possível é de 0,0% para um trecho viário em nível;

$$CV_{IDA} = E + \sum E_A \times \frac{i}{r} \quad (09)$$

$$CV_{VOLTA} = E + \sum E_D \times \frac{i}{r} \quad (10)$$

$$PG2 = [(CV_{IDA} + CV_{VOLTA})/E - 1] \times 100 \quad (11)$$

onde PG2 é o esforço altimétrico adicional (%), E a extensão do trecho (m),  $E_A$  e  $E_D$  as extensões em aclave e declive (m),  $CV_{IDA}$  e  $CV_{VOLTA}$  os comprimentos virtual de ida e volta (m),  $i$  a declividade da rampa (decimal) e  $r$  o coeficiente de resistência ao rolamento (0,02 para rodovias pavimentadas).

- **PG3 – Acréscimo sobre a plataforma:** indicador relativo para seções transversais de projeto. O acréscimo sobre a plataforma de uma seção de projeto resulta da divisão da distância (horizontal) entre seus offsets pela largura da plataforma de terraplenagem. O indicador para o trecho resulta do somatório das proporções por estaca, dividido pelo número de estacas (equação 12). Como o indicador refere-se a acréscimo, deve ser subtraído o valor 1 do resultado obtido. A relação estabelecida indica o 'grau de aderência' da seção de projeto ao terreno natural. O valor mínimo de 0,0% indica aderência plena. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Cortes e/ou aterros elevados com banquetas e bermas podem fazer com que este indicador ultrapasse 100%.

$$PG3 = \left( \sum \frac{l_o}{l_p} - 1 \right) / n \times 100 \quad (12)$$

onde PG3 é o acréscimo sobre plataforma (%),  $l_o$  e  $l_p$  as larguras entre offsets e da plataforma de terraplenagem de uma seção (m) e n o número de estacas (un).

#### *Indicadores para Projeto de Terraplenagem – PT*

O Projeto de Terraplenagem é resultante do Projeto Geométrico. Um bom Projeto Geométrico deverá contemplar aspectos a serem considerados no Projeto de Terraplenagem. Tentar minimizar e equilibrar materiais de origem (cortes, empréstimos laterais e jazidas) e destino (aterros, depósitos laterais e bota-foras) são questões a serem consideradas no Projeto de Terraplenagem que podem ser antevistas no Projeto Geométrico. Os indicadores selecionados são apresentados a seguir:

- **PT1 – Volume de terraplenagem transportado por quilômetro:** indicador relativo de projetos de terraplenagem. Resulta do total dos volumes de material de origem de terraplenagem transportados, dividido pela extensão do trecho (equação 13). Os volumes de origem contemplam maciços de cortes, empréstimos laterais, jazidas e todos aqueles onde é executado algum tipo de escavação. De forma a simplificar o cálculo do indicador, não são utilizados fatores de homogeneização e/ou empolamento, sendo os volumes considerados na origem de forma geométrica. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Não existe um valor mínimo e nem máximo preestabelecido;

$$PT1 = \frac{\sum V_o}{E} \quad (13)$$

onde PT1 é o volume de terraplenagem transportado por quilômetro (%), E a extensão do trecho (m) e  $V_o$  o volume geométrico de materiais de origem ( $m^3$ ).

- **PT2 – Distância média de transporte (DMT):** tradicional indicador de projetos de terraplenagem. Decorre da média ponderada das distâncias de transporte obtida a partir da distribuição de terraplenagem (Quadro Origem-Destino). O fator de ponderação utilizado é o volume transportado medido na origem (geométrico). O valor mínimo usual é de 0,050 km para um trecho viário com compensação lateral (transversal) de volumes. Em compensações longitudinais, entre os centros de gravidade dos maciços, a DMT resultante será mais elevada. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Embora o indicador não seja relativo, permite o confronto de diferentes projetos de terraplenagem de rodovias (equação 14);

$$PT2 = \frac{\sum (V_o \times d)}{\sum V_o} \quad (14)$$

onde PT2 é a distância média de transporte (m),  $V_o$  o volume geométrico de materiais de origem ( $m^3$ ) e d a distância de transporte entre os centros de massa dos maciços (m).

- **PT3 – Porcentagem de volumes externos ao trecho:** indicador relativo de projetos de terraplenagem. Avalia a proporção entre volumes transportados externos ao trecho sobre os volumes de material de origem de terraplenagem transportados (equação 15). Volumes externos ao trecho decorrem do somatório dos volumes geométricos de maciços importados (empréstimos, jazidas, etc.) e exportados (depósitos, bota-foras, etc.). O valor mínimo é de 0,0% e indica que a compensação da terraplenagem se dá entre os volumes de corte e aterro dos maciços do trecho. O sentido da escala é: quanto menor melhor. Como os maciços importados integram os volumes de origem de terraplenagem, estes impactam menos o indicador que os maciços exportados.

$$PT3 = \frac{\sum V_{OE} + \sum V_{DE}}{\sum V_O - \sum V_{OE}} \quad (15)$$

onde PT3 é a porcentagem de volumes externos ao trecho (%),  $V_O$  o volume geométrico de matérias de origem ( $m^3$ ),  $V_{OE}$  o volume geométrico de matérias de origem externos ao trecho – jazidas ( $m^3$ ) e  $V_{DE}$  o volume geométrico de matérias de destino externos ao trecho – bota-foras ( $m^3$ )

### Procedimentos Metodológicos

O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa utiliza a técnica do Processo Analítico Hierárquico – AHP e a técnica do Painel de Especialistas apresentadas a seguir.

#### *A técnica do Processo Analítico Hierárquico - AHP*

O método AHP é uma técnica de análise multicritério da família de metodologias de ajuda na tomada de decisão de tipo de atribuição indireta e constitui uma das ferramentas mais potentes atualmente dentre das metodologias de análise multicritério discretas. O processo de aplicação baseia-se na estruturação e comparação dos elementos do problema de forma hierárquica e na análise da consistência lógica dos resultados, que alcançam desde a ponderação dos critérios e subcritérios do modelo até a seleção e ordenação de alternativas segundo sua idoneidade em relação ao objetivo do problema.

Neste trabalho, a finalidade fundamental de aplicação do método AHP foi a obtenção dos pesos dos Indicadores de Desempenho definidos para a avaliação dos projetos de diferentes alternativas concorrentes. Para alcançar a ponderação destes indicadores, definidos como critérios e subcritérios do modelo de decisão, é necessário construir matrizes quadradas para cada grupo de atributos (tamanho  $n \times n$ , sendo  $n$  o número de elementos), onde cada valor da matriz representa o número de vezes que o atributo da linha é mais importante que o atributo localizado na coluna. Nestas comparações por pares, o método AHP utiliza uma escala predefinida, chamada escala fundamental de Saaty, que assume valores entre 1 e 9 (e sua recíproca, entre 1 e 1/9). Estas matrizes de comparações pareadas são simétricas inversas, ou seja, os valores localizados acima da diagonal são os inversos dos localizados abaixo e os valores da diagonal são iguais à unidade (visto que representam a comparação de um atributo com ele mesmo). Estas características peculiares das matrizes fazem que o autovetor associado ao autovalor dominante ou valor característico médio de cada matriz represente o conjunto de pesos de cada grupo de indicadores na hierarquia estabelecida em relação ao elemento do nível superior.

O procedimento de cálculo desses vetores de pesos estabelecido no AHP é aproximado, já que, na prática, o decisor pode cometer certas inconsistências na estimação das comparações de importância por pares de critérios. Para diminuir estes erros e a influência da subjetividade das avaliações nos resultados, os elementos das matrizes de comparações são obtidos a partir das avaliações dos participantes do painel de especialistas. Igualmente, o método AHP conta com uma estimativa da consistência do processo, que avalia o nível de aproximação alcançado com o resultado, mediante a denominada razão de consistência (RC). A RC é obtida mediante a comparação do índice de consistência (IC) do autovetor com o índice de consistência aleatório ou randômico médio (IR) apropriado ao tamanho da matriz de comparações (equação 16):

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (16)$$

O  $IC$  é obtido mediante a equação 17:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (17)$$

onde  $\lambda_{max}$  é o autovalor dominante da matriz e  $n$  o tamanho da matriz.

O valor do  $IR$  é derivado de uma amostra de 500 matrizes recíprocas inversas geradas aleatoriamente utilizando a escala fundamental de Saaty em que  $IR$  é o índice de consistência aleatório ou randômico, parâmetro estabelecido por Saaty em função do tamanho da matriz de comparações pareadas (Tabela 1);

**Tabela 1: Índice de Consistência Aleatório ( $IR$ ) do AHP. Fonte: adaptado de Saaty (1980)**

$n$ (tamanho da matriz quadrada)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$IR$ (Índice de Consistência Aleatório)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Em geral, se a razão de consistência for maior que 0,10 (10%), é recomendável estudar novamente o problema e revisar as avaliações realizadas. Para  $n=3$ , este limiar é fixado em 5% e para  $n=4$  em 8%.

Finalmente, os pesos obtidos devem ser normalizados, para apresentá-los de forma adimensional. Dentre as diferentes técnicas de normalização, a presente pesquisa utilizou o procedimento linear, que apresenta cada valor como uma porcentagem do total, ou seja,

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (18)$$

onde  $r_{ij}$  são os valores normalizados e  $x_{ij}$  são os valores obtidos diretamente da avaliação dos indicadores.

#### **A técnica do Painel de Especialistas**

Com o objetivo de evitar resultados tendenciosos e reduzir o grau de subjetividade presente nas avaliações individuais dos indicadores, foi utilizada a técnica do painel de especialistas para obter os dados das comparações por pares dos critérios hierarquizados do problema, que serviram para preencher as matrizes de comparações onde aplicar o método AHP.

Sendo assim, foi elaborado um questionário informático que foi enviado por correio eletrônico aos integrantes do painel de especialistas. Previamente, foi testado por em uma amostra restrita selecionada por conveniência e as dificuldades apontadas neste pré-teste foram analisadas com o objetivo de aprimorar o questionário, tornando-o definitivo.

Os participantes do painel de especialistas foram escolhidos dentre quatro grupos de profissionais competentes no objeto de estudo, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul:

- **Professores:** docentes responsáveis das disciplinas de projeto geométrico de rodovias e pesquisadores relacionados com a investigação na área de rodovias;



- **Projetistas:** representantes de empresas de consultoria (diretores) e redação de projetos de rodovias com experiência no desenho geométrico;
- **Fiscais:** representantes da Administração Pública, tanto federal quanto estadual, relacionados com a infraestrutura de rodovias;
- **Alunos:** discentes que já cursaram as respectivas disciplinas de rodovias.

Em total, foram enviados 60 questionários e destes foram recebidas 36 respostas, com representação suficiente de todos os grupos definidos. Os questionários foram apresentados em planilhas dinâmicas, onde as perguntas oferecidas aos especialistas eram elaboradas em função das respostas prévias dadas pelo respondente. Os questionários incluíam uma breve explicação do processo e de alguns conceitos importantes na pesquisa, além das instruções para seu preenchimento. Em seguida, foram apresentados e definidos cada grupo de indicadores utilizados na pesquisa, assim como um *link* para breves vídeos explicativos do conceito avaliado com cada indicador. Os respondentes deviam ordenar os atributos de maior a menor importância dentro de cada grupo em relação ao objetivo da pesquisa. Após isso, os especialistas deviam atribuir um grau de importância sobre a comparação de cada critério ou subcritério com os demais, utilizando a escala pré-estabelecida de campos semânticos, vinculada à escala de avaliação de Saaty, levando em conta o objetivo e a hierarquia estabelecidos na pesquisa (Tabela 2).

**Tabela 2: Escala de correspondência entre a escala fundamental de Saaty e as etiquetas linguísticas utilizadas na pesquisa. Fonte: adaptado de Ruiz-Padillo, et al. (2016).**

Intensidade importância	Termo linguístico	Escala de Saaty
1	Igualmente importante	1
2	Um pouco mais importante	3
3	Mais importante	5
4	Muito mais importante	7
5	Extremamente mais importante	9

Preenchido o questionário, o especialista devia enviar o arquivo aos autores do estudo. Finalizado o processo de recepção de questionários respondidos, todos os dados recebidos foram agregados para realizar as avaliações globais representativas do painel de especialistas. Para isso foi utilizada a média geométrica dos dados individuais de cada grupo e dos grupos entre si, já que esta foi a técnica de agregação proposta por Saaty no caso da obtenção das comparações pareadas entre critérios e subcritérios a partir de diversos especialistas ou decisores para aplicação do AHP.

### **Análise dos Resultados**

O resumo dos resultados obtidos por meio da aplicação das duas técnicas apresentadas no tópico Procedimentos Metodológicos pode ser observado no Quadro 2. É importante destacar que a Razão de Consistência (RC) foi obtida para os dados totais e para os dados de todos os grupos com uma única exceção: análise dos indicadores na área de Estudo de Traçado para o

grupo professores. Por tratar-se de uma única inconsistência em quinze possíveis resolveu-se registrar esta ocorrência e persistir nas demais análises.

**Quadro 2: Peso e razão de consistência para os Indicadores de Desempenho – Fonte: autor**

Área	Peso Área	Código	Denominação	Unid.	Peso por grupos				Peso Ind.
					Prof.	Proj.	Fisc.	Alunos	
Estudo de Traçado	54%	ET1	Acréscimo sobre a diretriz	%	6%	9%	17%	9%	10%
		ET2	Porcentagem de declividades anômalas	%	21%	15%	29%	28%	24%
		ET3	Interferências por km	un/km	24%	25%	19%	14%	20%
		Razão de consistência (RC) dos indicadores na área			13%*	3%	1%	0%	0%
Projeto Geométrico	34%	PG1	Tortuosidade média	°/mkm	12%	17%	8%	19%	14%
		PG2	Esforço altimétrico adicional percentual	%	17%	13%	12%	9%	13%
		PG3	Acréscimo sobre a plataforma	%	7%	9%	3%	11%	7%
		Razão de consistência (RC) dos indicadores na área			0%	0%	5%	0%	1%
Projeto de Terraplenagem	12%	PT1	Volume de terraplenagem transportado por km	m³/km	4%	4%	6%	3%	4%
		PT2	Distância média de transporte (DMT)	km	5%	4%	3%	3%	4%
		PT3	Porcentagem de volumes externos ao trecho	%	4%	4%	3%	4%	4%
		Razão de consistência (RC) dos indicadores na área			0%	1%	4%	0%	1%
Razão de consistência (RC) de área					3%	5%	3%	4%	4%

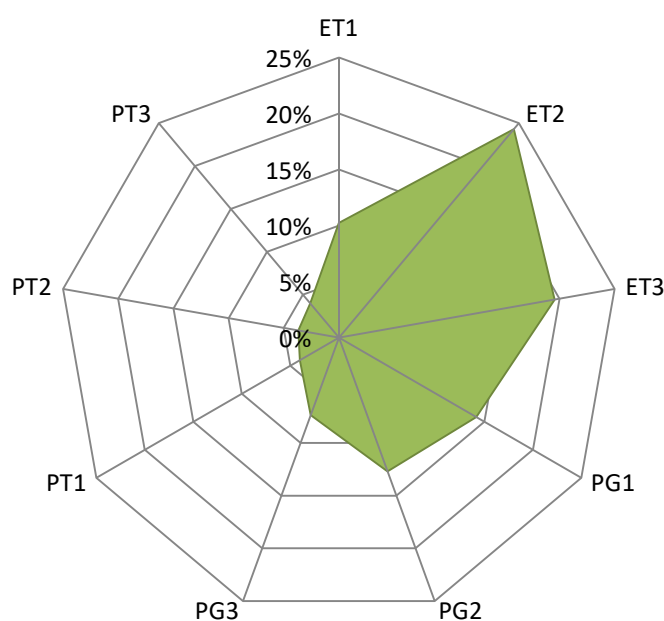
\* Os valores não foram consistentes (RC > 5%)

A primeira observação, que pode ser feita a partir da análise do Quadro 2, decorre da relevância dada à área Estudo de Traçado sobre as demais (peso da área equivalente a 54%). Entre os grupos, o peso da área Estudo de Traçado variou entre 49% (Projetistas) e 65% (Fiscais). Professores e alunos indicaram um peso intermediário equivalente a 51%. Tal magnitude e distribuição indicam que, para todos os grupos, a dimensão sequencial prévia, Estudo de Traçado, é a mais relevante para análise da qualidade do projeto.

Os pesos por área indicam um significativo decréscimo da relevância conforme se avança na dimensão sequencial. O Projeto Geométrico (etapa decorrente) obteve 34% do peso por área

e o Projeto de Terraplenagem (etapa subsequente) apenas 12%. A homogeneidade de valores entre os diferentes grupos se verifica, em especial no Projeto de Terraplenagem.

A distribuição dos pesos por indicador no gráfico radar (Figura 1) permite visualizar a importância dada para cada uma das três áreas e para cada indicador. Entre os indicadores, o ET2 – Porcentagem de declividades anômalas foi o que apresentou o maior peso (24%). Tal importância provavelmente esteja associada a compreensão de que este indicador seja o mais relevante na hora de se avaliar a viabilidade técnica de um projeto rodoviário, em especial em regiões montanhosas. Em segundo lugar, o indicador ET3 – Interferências por quilômetro (20%) sugere que elementos da dimensão contextual sejam significativos para um projeto rodoviário. Enquanto o indicador ET2 foi considerado como o mais importante por fiscais e alunos o indicador ET3 foi o escolhido por professores e projetistas (fazendo a ressalva que o grupo professores não apresentou razão de consistência para a área).



**Figura 1 – Gráfico radar dos Indicadores de Desempenho – Fonte: autor**

Entre os indicadores da área de Projeto Geométrico o PG1 – Tortuosidade média (14%) e PG2 – Esforço altimétrico percentual (13%) foram os de maior peso. Verifica-se, no Projeto Geométrico, a predominância das dimensões espaciais planimétrica e altimétrica sobre as seções transversais e sobre a dimensão contextual. Tal importância pode estar associada ao grau de exigência por norma de parâmetros mínimos e máximos (raios de curvas horizontais, intertangentes, rampas, parábolas de curvas verticais) vinculados ao projeto planialtimétrico.

Na área do Projeto de Terraplenagem não foi possível registrar nenhum dos indicadores como relevante. A importância dada pelos grupos além de homogênea foi a mais baixa. Tal avaliação sugere a percepção do Projeto de Terraplenagem como uma consequência do Projeto Geométrico e das definições prévias no Estudo de Traçado, indicando pouca “margem de manobra” para melhorias no projeto, como um todo, nesta etapa do projeto. Na Figura 2 pode-se observar o gráfico tipo boxplot dos indicadores.

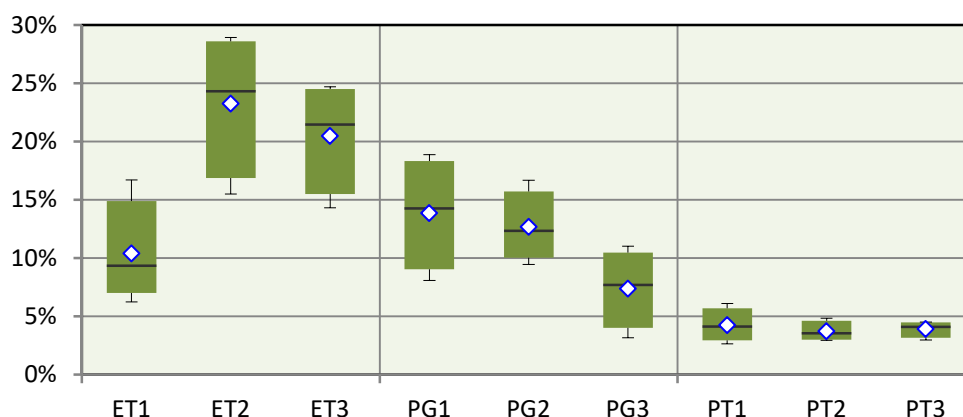


Figura 9 – Boxplot dos Indicadores de Desempenho – Fonte: autor

Uma análise do tipo Curva ABC para os Indicadores de Desempenho estabelece que 22% do número de critérios (ET2 e ET3) respondem por 44% da importância acumulada, 33% (PG1, PG2 e ET1) equivalem a 37% da importância acumulada e os demais 45% (PG3, PT1, PT2 e PT3) contribuem com apenas 19%. Para a obtenção de um bom projeto rodoviário deve-se dar uma ênfase especial aos indicadores que ocupam a posição A na Curva ABC.

### Conclusões

O objetivo da pesquisa descrita no presente artigo foi o de desenvolver um método de avaliação de projeto rodoviário utilizando Indicadores de Desempenho para emprego em um jogo educacional denominado Projeto Ponto de Partida. Em tal jogo, é simulada uma concorrência pública entre equipes e na fase da Abertura de Envelopes estas são classificadas através de uma Nota da Proposta de Preços – NPP e de uma Nota da Proposta Técnica – NPT, conforme equação 01.

Para compor a NPT foram concebidos nove Indicadores de Desempenho classificados nas dimensões Sequencial e Espacial-Contextual. Os indicadores foram nomeados, codificados, descritos e suas equações e unidades representadas. Para avaliar o peso de cada indicador na composição da NPT foram utilizadas as técnicas de Processo Analítico Hierárquico – AHP e a técnica do Painel de Especialistas.

O Painel de Especialistas utilizou quatro grupos atuantes na área de projetos rodoviários. O Processo Analítico Hierárquico – AHP indicou uma Razão de consistência (RC) válida para 14 dos 15 grupos testados. Dentre as principais contribuições desta pesquisa pode-se citar:

- a concepção de Indicadores de Desempenho para avaliar projetos rodoviários;
- os pesos identificados para os Indicadores de Desempenho;
- a análise de relevância da área de Estudo de Traçado sobre o Projeto Geométrico e o Projeto de Terraplenagem, indicando a supremacia da dimensão sequencial Prévia sobre a Decorrente e Subsequente;
- a relevância dos indicadores ET2 – Porcentagem de declividades anômalas e ET3 – Interferências por quilômetro na Curva ABC;
- a representatividade da dimensão Espacial-Contextual nos três indicadores mais importantes (ET2 – altimétrico, ET3 seção transversal/contextual e PG1 – planimétrico);
- a homogeneidade dos pesos entre os diferentes grupos, identificando percepções bastante próximas.

Como comentário final, é importante ressaltar que boa parte das disciplinas de Rodovias das universidades brasileiras não vem desenvolvendo atividades massivas de projeto com a inclusão da etapa de Estudo de Traçado. Como observado ao longo de todo este artigo, é nesta etapa que as definições têm o potencial de produzir os maiores benefícios ou os mais comprometedores prejuízos a um projeto rodoviário. O Projeto Ponto de Partida disponibiliza aos alunos de graduação em rodovias um cenário lúdico-real-didático que permite seu desenvolvimento mais abrangente. Com os Indicadores de Desempenho pretende-se disponibilizar uma ferramenta de avaliação de projetos rodoviários, para o Projeto, objetiva, simples, eficiente e didática.



## **DEFINIÇÃO DE INTERVENÇÕES/AVALIAÇÕES**

---

Ao término da edição foi aplicada a pesquisa de satisfação, com o intuito de analisar dentro do projeto suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças. Ainda foi aplicada uma pesquisa prévia, visando identificar os próprios alunos da disciplina quanto a sua formação, qualificação, áreas de interesse, perspectivas e expectativas quanto ao Projeto. Constatou-se que tal pré-avaliação ajuda reconhecer as carências do grupo de alunos quanto às expectativas observadas no mercado, e que serão simuladas e cobradas nas atividades do projeto, de forma a aprimorar a formação acadêmica e profissional dos mesmos – preparando-os para o exercício da Engenharia tanto no Estado da Arte quanto no Estado da Prática. O no Anexo D traz as avaliações da edição.

## **ANEXOS**

---

**Anexo A – Diretrizes Básicas do Projeto**

**Anexo B – Termo de Referência**

**Anexo C – Lista de arquivos disponibilizados aos alunos**

**Anexo D – Avaliações da edição**



# DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS RODOVIÁRIOS

## ESCOPOS BÁSICOS / INSTRUÇÕES DE SERVIÇO

### 1 APRESENTAÇÃO

O projeto deve ser encarado como um ato de criação, no decorrer do qual o autor aplica os seus conhecimentos, as suas experiências e as suas aptidões pessoais à resolução dos problemas inerentes ao projeto. Como todo processo criativo, não deve ficar sujeito exclusivamente a regras rígidas ou a soluções rotineiras e convencionais. Essas têm o seu valor e a sua aplicação, mas a esquematização excessiva só pode prejudicar. Por menor que seja, o projeto de um trecho de rodovia envolve problemas novos e específicos, cuja solução particular não pode ser integralmente repetida. O papel dos Escopos Básicos e das Instruções de Serviço é de estabelecer os parâmetros necessários à formulação de um projeto rodoviário, em qualquer nível de detalhamento, seja Projeto Básico, seja Projeto Executivo.

O **Projeto Ponto de Partida**, dentro do seu caráter lúdico, real e didático, busca aproximar-se da realidade encontrada no Estado da Prática da realização de estudos e projetos rodoviários. Enquanto atividade educacional, o Projeto adota as seguintes denominações:

- **Aluno:** os membros que compõem cada Equipe. São os alunos de graduação matriculados na respectiva disciplina.
- **Equipe:** grupos formados por 3 ou 4 alunos. Serão os grupos que desenvolverão projetos rodoviários próprios que serão comparados com os demais para atribuição de desempenho. É incentivado que as Equipes adotem um caráter de Empresa, com nome, identidade visual e organograma próprio.
- **Consórcio:** aglomerado formado por 3 Equipes para discussão e definição de comum acordo da Diretriz durante a etapa inicial do processo, após a qual cada Equipe desenvolverá seu trabalho de forma independente.
- **Professor:** atribuição do regente da disciplina. Ele é a autoridade quanto às decisões da aplicação do Projeto, à delimitação dos parâmetros de avaliação e às alterações devido às adequações necessárias.
- **Fiscal:** atribuição de monitores e bolsistas vinculados ao projeto. São os encarregados de acompanhar e orientar as Equipes ao longo do desenvolvimento do trabalho, tirar dúvidas, sugerir melhorias e ajudar o Professor na realização das suas atribuições. No caso de não haver fiscais, o Professor acumulará as funções do papel.
- **Comissão de Avaliação:** opina sobre os parâmetros de avaliação e atualizações do projeto e auxilia nos processos de avaliação a que os alunos estarão submetidos. Comumente ela mantém-se constante durante todo o processo realizado ao longo do período letivo. Fiscal e Professor podem fazer parte da Comissão de Avaliação.
- **Banca Examinadora:** formada por professores convidados, de outras instituições de ensino e/ou de disciplinas relacionadas com o trabalho a ser executado, e por profissionais atuantes no mercado, em empresas de projeto rodoviário ou órgãos reguladores ou de fiscalização, que representam a aproximação entre Estado da Arte e Estado da Prática. Cada etapa do projeto pode contar com uma Banca Examinadora específica.



## 2 ESCOPOS BÁSICOS – DEFINIÇÃO

Os Escopos Básicos são documentos esquemáticos que estabelecem as diretrizes básicas para o desenvolvimento dos diversos tipos de estudos e projetos de engenharia, indicando procedimentos referentes às sucessivas etapas técnicas para ser cumpridas, e compreendendo definição, fases, elaboração e apresentação de resultados.

Os Escopos Básicos têm a finalidade de orientar o técnico na formulação dos Termos de Referência, que antecedem a elaboração de estudos e projetos de engenharia rodoviária, e, portanto, devem sempre ser adaptados às condições particulares de cada segmento da rodovia em causa. Por princípio, cada Escopo Básico reporta-se a um número dado de Instruções de Serviço. Para fins didáticos, foram adaptados para o projeto os seguintes escopos, utilizando como referência os escopos básicos propostos por DNIT (2006):

- **ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA)**
- **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS RURAIS**

## 3 INSTRUÇÕES DE SERVIÇO – DEFINIÇÃO

As Instruções de Serviço são documentos que fornecem a orientação geral para o desenvolvimento dos diversos Estudos, Projetos Básicos e Projetos Executivos, integrantes de determinados tipos de projetos de engenharia rodoviária, com indicação de procedimentos referentes às sucessivas etapas técnicas a serem cumpridas, incluindo objetivo, fases, elaboração e apresentação de resultados.

É importante ressaltar que as indicações constantes das Instruções de Serviço deverão sempre, em cada caso, ser ajustadas às condições particulares do segmento da rodovia em estudo, de tal forma que as quantidades de ensaios, levantamentos, materiais, equipamentos e demais componentes, se ajustem aos objetivos do Escopo Básico a ser adotado.

## 4 ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO

As etapas a serem desenvolvidas pelas equipes estão disponibilizadas em planilha (CRONOGRAMA.XLS). Tal planilha já conta com um cronograma planejado. O cronograma planejado está dividido em atividades não avaliadas (recomendação) e avaliadas (sujeitas a multas). Estas últimas **indicam prazos máximos para encaminhamento e/ou apresentação** da atividade sob pena de multa equivalente ao valor registrado na coluna Multa Potencial sobre a nota final do trabalho. O registro das atividades realizadas em horas 'cheias' deverá ser registrado por cada membro da equipe. Para evitar as penalizações (multas) e possíveis contratempos no final do semestre, recomenda-se seguir o cronograma planejado.

## 5 PONTUAÇÃO

A avaliação dos trabalhos apresentados pelas equipes ocorrerá em quatro etapas distintas: (i) Audiência Pública e (ii) Abertura dos Envelopes, (iii) Fase Recursal e (iv) Análise das Propostas. A pontuação referente a cada etapa está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1 – Composição da Nota do Trabalho**

<b>Etapas</b>	<b>Denominação</b>	<b>Pontuação</b>
1	Audiência Pública	2,0
2	Abertura dos Envelopes	2,0
3	Fase Recursal	1,0
4	Análise das Propostas	5,0
<b>Total</b>		<b>10,0</b>



### Etapa Audiência Pública

A avaliação em Audiência Pública considera as recomendações registradas no Escopo Básico: **ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA)**. Consiste da avaliação dos Consórcios por Banca Examinadora, e define os Indicadores de Desempenho referentes ao Estudo de Traçado.

### Etapa Abertura dos Envelopes

A avaliação na Abertura dos Envelopes considera as recomendações registradas no Escopo Básico: **PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS RURAIS**. Na abertura dos envelopes são registradas, para cada Equipe, em planilha específica, os Indicadores de Desempenho constantes na Proposta Técnica e de Preço do Volume 3 – incluindo os já determinados durante a Audiência Pública. Ao final do processo, será possível avaliar o ordenamento prévio dos grupos, bem como a nota **provisória** decorrente do desempenho dos seus Indicadores.

### Etapa Fase Recursal

Durante a Fase Recursal, as equipes recebem propostas concorrentes para análise. A equipe fiscalizadora deverá indicar problemas, imperfeições ou faltas no trabalho da equipe fiscalizada (concorrente) em formulário específico (fornecido previamente). A equipe fiscalizada, em etapa subsequente, terá acesso as observações registradas e poderá realizar a defesa, também por escrito.

### Etapa Análise das Propostas

A Comissão de Avaliação, em reunião privada, avaliará a qualidade dos **Volumes do Projeto Executivo**. Identificados erros que alterem os indicadores de desempenho do Projeto, os membros da Banca Examinadora poderão rever a pontuação obtida pela equipe, aplicando penalizações ou desqualificando a mesma no indicador de desempenho em questão. Estas medidas poderão alterar as notas e o posicionamento originalmente atribuídos as equipes, por ocasião da Abertura dos Envelopes.

## 6 INDICADORES DE DESEMPENHO

Indicadores de Desempenho são ferramentas de gestão que permitem medir e avaliar o desempenho e sucesso de determinados processos e/ou organizações. Um exemplo de Indicador de Desempenho é o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Uma crítica comum aos Indicadores de Desempenho decorre da simplificação dos valores tangíveis e intangíveis a um número. Na Engenharia Civil, embora ainda pouco utilizado, é considerado uma ferramenta poderosa para a tomada de decisões. Em Projetos Viários existem indicadores de desempenho consagrados e outros ainda pouco conhecidos. No Projeto Ponto de Partida serão utilizados 11 (onze) indicadores de desempenho com diferentes finalidades:

1. **ET1 – Acréscimo sobre a diretriz:** tradicional indicador planimétrico relativo do projeto geométrico, utilizado para avaliar os Estudos de Traçado, no Projeto Ponto de Partida. É calculado dividindo-se a distância percorrida ao longo do trecho pela distância em linha reta (diretriz). Como o indicador refere-se a acréscimo, deve ser subtraído o valor 1 da divisão. O indicador é apresentado em porcentagem e seu sentido indica: **quanto menor melhor**. O valor 0% é o menor possível, não existindo um limite superior. Traçados em regiões montanhosas, geralmente, apresentam índices superiores aos das regiões onduladas e estes aos dos traçados em regiões planas;
2. **ET2 – Amplitude vertical/km:** indicador altimétrico relativo resulta da divisão da amplitude vertical (diferença entre a maior e menor cota do trecho) pela extensão do mesmo. Sua unidade é m/km, ou seja, a escala vertical está majorada em mil vezes. Seu sentido é: **quanto menor melhor**. O valor 0,0 m/km (limite inferior) indica uma rodovia em região plana (em nível). Valores entre 20,0 m/km e 50,0 m/km são comuns em regiões onduladas e, entre 40,0 m/km e 80,0 m/km em regiões montanhosas;



3. **ET3 – Interferências/km:** indicador relativo simples de registro de situações adversas pontuais (corpos d'água, edificações, redes de alta tensão, árvores centenárias, etc). O indicador resulta da divisão das ocorrências pela extensão do trecho. O valor 0,0 un/km é o menor possível, não existindo limite superior. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**. Em caso de situações adversas não pontuais (grandes extensões, como por exemplo mata nativa e incorporação de vias existentes) deve-se determinar uma extensão com equivalência a uma unidade. No Projeto Ponto de Partida, a unidade do indicador será atribuída para extensões de interferências não pontuais de 100 metros;
4. **PG1 – Tortuosidade média:** indicador planimétrico relativo clássico do projeto geométrico. A tortuosidade de uma curva circular é obtida a partir da divisão do ângulo central desta (em graus decimais) pelo seu raio. Curvas com transição em espiral apresentam outra equação para o cálculo e são menos tortuosas que as circulares de mesmo raio. A tortuosidade média resulta da soma de todas as tortuosidades das curvas dividida pela extensão do trecho. O valor 0,000 °/mkm indica um trecho viário sem curvas. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**. Regiões montanhosas com várias curvas e com raios pequenos podem apresentar tortuosidades elevadas;
5. **PG2 – Comprimento virtual:** indicador altimétrico absoluto clássico do projeto geométrico. Transforma a extensão de trecho viário em uma extensão equivalente para um trecho em nível, majorando as distâncias em aliche, em virtude da queda de desempenho mecânico dos veículos (segmentos em declive são considerados como em nível). Como uma rodovia geralmente possui dois sentidos, com rampas em aliche e declive, deve-se determinar o comprimento virtual em ambos (ida e volta). O comprimento virtual resulta da média entre estes. Como o indicador é absoluto, o menor valor possível é a própria extensão do trecho (situação que só ocorre para trechos em nível). O sentido da escala é: **quanto menor melhor**. Valores próximos ao dobro da extensão do trecho são comuns em regiões montanhosas. Por ser um indicador absoluto sua utilização é recomendada apenas no confronto de alternativas para o mesmo projeto;
6. **PG3 – Acréscimo sobre plataforma:** indicador relativo para seções transversais de projeto. Decorre da divisão entre a distância entre os offsets de uma seção média pela largura da plataforma de terraplenagem média. Os valores médios são obtidos pelo somatório das distâncias por estaca, divididos pelo número de estacas. Como o indicador refere-se a acréscimo, deve ser subtraído o valor 1 da divisão. A relação estabelecida indica o 'grau de aderência' da seção de projeto ao terreno natural. O valor mínimo de 0,0% indica aderência plena. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**. Cortes e/ou aterros elevados com banquetas e bermas podem fazer com que este indicador ultrapasse 100%;
7. **PT1 – Distância Média de Transporte (DMT):** tradicional indicador relativo de projetos de terraplenagem. Decorre da média ponderada das distâncias de transporte obtida a partir da distribuição de terraplenagem (Quadro Origem-Destino). O valor mínimo usual é de 0,050 km para um trecho viário com compensação lateral (transversal) de volumes (seções mistas). Em compensações longitudinais, entre os centros de gravidade dos maciços, a DMT resultante será mais elevada. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**;
8. **PT2 – Relação importados e exportados/total:** relação entre os volumes importados (jazidas) e exportados (bota-fora), em módulo, sobre os volumes totais da terraplenagem. Para fins de cálculo, todos os valores referem-se a volumes geométricos, ou seja, não homogeneizados. O valor mínimo é de 0,0% e indica que a compensação se dá entre os volumes de corte e aterro dos maciços do trecho. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**;





9. **PT3 – Relação compensação longitudinal/total:** indicador que avalia a possível redução de custos da terraplenagem com a distribuição lateral dos materiais. Valor mínimo de 0,0% e máximo de 100,0%. O sentido da escala é: **quanto menor melhor**;
10. **OO1 – Custo total dos serviços orçados:** indicador absoluto do Orçamento das Obras. É possível utilizar a unidade monetária nacional (reais) ou global (dólar ou euro). Não apresenta valor mínimo ou máximo e o sentido da escala é: **quanto menor melhor**. Não pode ser utilizado para confrontar trechos com extensões muito diferentes;
11. **OO2 – Custo total dos serviços orçados/km:** indicador relativo do Orçamento das Obras. Equivalente ao indicador anterior, com a possibilidade de ser utilizado na confrontação entre rodovias com extensões diferentes.

A **Tabela 2** resume os Indicadores de Desempenho adotados pelo **Projeto Ponto de Partida**.

**Tabela 2 - Indicadores de Desempenho**

Etapa	Área	Código	Critério	Unidade
Audiência Pública	Estudos de Traçado	ET1	Acréscimo sobre a diretriz	%
		ET2	Amplitude vertical/km	m/km
		ET3	Interferências/km	un/km
Abertura dos Envelopes	Projeto Geométrico	PG1	Tortuosidade média	°/mkm
		PG2	Comprimento virtual	m
		PG3	Acréscimo sobre plataforma	%
	Projeto de Terraplenagem	PT1	Distância Média de Transporte (DMT)	km
		PT2	Relação importados e exportados/total	%
		PT3	Relação compensação longitudinal/total	%
	Orçamento das Obras	OO1	Custo total dos serviços orçados	R\$
		OO2	Custo total dos serviços orçados/km	R\$/km

## 7 HOMOLOGAÇÃO

Na Homologação do Resultado Final são ainda registrados os seguintes fatores que podem alterar a nota final da equipe (geral) e de seus membros (particular), conforme a Tabela 3.

**Tabela 3 – Composição do Resultado Final**

Denominação	Pontuação	Aplicação
Nota do Trabalho	0,0 a 10,0	Equipe
Penalizações	-3,0 a 0,0	Equipe
Pró-labore	-0,5 a +0,5	Aluno
Distribuição de Lucros	Até +1,0	Aluno

- **Nota do Trabalho:** composta conforme previamente apresentado na **Tabela 1**, após a etapa de Análise das Propostas. A nota provisoriamente atribuída durante a etapa de Abertura dos Envelopes está sujeita a alterações conforme os resultados da análise realizada pela Comissão de Avaliação.



- **Penalizações:** decorrentes do não cumprimento dos prazos estabelecidos no Cronograma Planejado ou da não realização das atividades previstas. As atividades com entrega obrigatória, seu conteúdo e formato, data de entrega e valor da penalização podem ser consultados no cronograma disponibilizado;
- **Repasse a título de Pró-labore:** distribuição de até 0,5 pontos positivos (bônus) e até 0,5 pontos negativos (ônus) entre os membros integrantes da equipe conforme produtividade observada pelos mesmos no projeto. O somatório das bonificações e/ou penalizações dentro da equipe deverá resultar em zero. O repasse de Pró-labore ocorrerá no mesmo dia do evento de Abertura dos Envelopes;
- **Repasse a título de Distribuição de Lucros:** As atividades desenvolvidas em sala de aula com registro de ARTs (Anotação de Responsabilidade Técnica) serão consideradas para bonificação virtual de até 1,0 ponto por equipe (Lucro). Tal bonificação deverá ser distribuída entre os membros da equipe, segundo sua contribuição proporcional, e constar do Volume 3 - Documentos de Habilitação & Orçamento das Obras.

É importante salientar que, mesmo com as bonificações, o Resultado Final individual não poderá ser superior a 10,0.



# ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA)

## 1 DEFINIÇÃO

Conjunto de estudos necessários à verificação da existência de viabilidade técnica, econômica e ambiental para a execução de uma determinada obra de infraestrutura de transportes, ou conjunto delas, nos segmentos considerados, dentre as alternativas propostas, consubstanciado principalmente nos estudos de tráfego, capacidade da rodovia e seu nível de serviço, aliados às pesquisas complementares e outras similares, bem como aos demais trabalhos e estudos de engenharia, sócio-econômicos e ambientais necessários.

## 2 ESCOPO

O Escopo do EVTEA para fins do Projeto Ponto de Partida limita-se aos Estudos de Traçado, e compreende:

- Análise e estudos de dados existentes, tais como, mapas, cartas topográficas, fotografias aéreas, ferramentas de georreferenciamento, restituições e projetos anteriores, visando à indicação de possíveis opções para o traçado;
- Estudo de alternativas de traçado, para a caracterização dos pontos de passagem e segmentos críticos onde houve deficiências de traçado;
- Cotejo das alternativas propostas e estudo técnico comparativo das opções (considerar, no mínimo, uma por equipe);
- Análise técnico-econômica preliminar das alternativas estudadas e definição da diretriz para os estudos topográficos, com avaliação da Banca Examinadora e aprovação da Comissão de Avaliação;
- Definição da Diretriz do Traçado.

## 3 EVENTO: DEFESA EM AUDIÊNCIA PÚBLICA

Os consórcios formados previamente por sorteio, com até três equipes, deverão realizar a defesa de seus Estudos de Traçado em **Audiência Pública**, para os demais alunos, professor, convidados e membros da Banca Examinadora. Cada uma das equipes que compõe o consórcio deverá apresentar sua alternativa de traçado encerrando sua apresentação com os indicadores de desempenho do mesmo. Ao término das apresentações das equipes que formam o consórcio, deverá(ão) ser identificada(s) a(s) alternativa(s) escolhida(s) e a Diretriz do Traçado. O tempo ideal para apresentação por consórcio está entre 20 e 25 minutos (valores inferiores ou superiores acarretarão penalizações). A responsabilidade pelos recursos multimídia utilizados é do consórcio no todo e da equipe (solidária) na parte.

A Banca Examinadora disporá de até 10 minutos por consórcio, para comentários e questionamento. Pelo menos um representante de cada equipe deverá estar disponível para responder tais questionamentos.

O Relatório do Estudo é constituído pelos volumes constantes na Tabela 4. Estes deverão ser encaminhados em meio digital (formato PDF, PPT ou outros utilizados) até data e horário anterior ao início do evento Audiência Pública.

Tabela 4 - Relatórios constantes no Relatório do Estudo

Volume	Denominação	Formato	Nº de vias
1	Relatório do Estudo	A4	1
2	Apresentação em PowerPoint ou similar	-	-



## 4 CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

A avaliação pelos membros da Banca Examinadora, para efeitos de pontuação, deverá considerar os itens apresentados a seguir:

- **Conhecimento do problema:** apresentação das condicionantes a serem consideradas, sua relevância e abrangência;
- **Estudo de alternativas de traçado:** apresentação dos cenários avaliados, similaridades e diferenças (por equipe);
- **Definição da Diretriz de Traçado:** identificação da opção adotada e análise multicriterial, identificando vantagens e desvantagens das alternativas (por consórcio);
- **Qualidade do material apresentado:** imagens, vídeos, mapas, textos, etc.;
- **Qualidade da apresentação:** objetividade, clareza, utilização do tempo, homogeneidade de conhecimento e respostas dadas aos questionamentos.

Após a realização do evento, a Comissão de Avaliação analisará os Relatórios de Estudo apresentados afim de ponderar as avaliações da Banca Examinadora. As notas poderão ser parcialmente diferenciadas entre as equipes de um mesmo consórcio: a apresentação e a defesa de cada equipe serão determinantes na avaliação. A qualidade e uniformidade do material (impresso e apresentação) será avaliado para todas as equipes do consórcio. É importante salientar que a escolha da diretriz, entre as alternativas de traçado, não implica na melhor nota de uma equipe, em relação as demais do consórcio.

Os indicadores de desempenho dos Estudos de Traçado, da Etapa Audiência Pública, apresentados na Tabela 5, irão compor com os demais indicadores da Etapa Abertura dos Envelopes a avaliação da **Qualidade do Projeto**. Independente de possíveis alterações, correções ou mudanças ocorridas ao longo da realização do trabalho, os indicadores obtidos durante a Audiência Pública serão mantidos e preservados inalterados.

**Tabela 5 – Indicadores de Desempenho da Audiência Pública**

<b>Código</b>	<b>Critério</b>
ET1	Acréscimo sobre a diretriz
ET2	Amplitude vertical/km
ET3	Interferências/km

O peso equivalente a cada indicador consta no **Termo de Referência**, e atende às definições da Comissão de Avaliação, estando sujeitos a redistribuição a cada edição do **Projeto Ponto de Partida**.



# PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS RURAIS

## 1 DEFINIÇÃO

Denomina-se Projeto Executivo de Engenharia para Construção de Rodovias Rurais, o conjunto de elementos necessários e suficientes para execução completa da obra, de acordo com as Normas Técnicas do DNER e DNIT.

## 2 ESCOPO

Com a aprovação das conclusões e recomendações da Fase de Projeto Básico será iniciada a fase de projeto executivo, com a finalidade de detalhar a solução selecionada, fornecendo-se plantas, desenhos e notas de serviço que permitam a construção da rodovia.

O Projeto Geométrico Planialtimétrico, nesta fase, deverá ser elaborado nas escalas de 1:2.000(H) e 1:200(V), e as seções transversais do terreno devem ser desenhadas nas escalas 1:500.

As atividades a serem desenvolvidas nesta fase deverão atender ao disposto nas Instruções de Serviço. No Projeto Ponto de Partida deverão ser consideradas as atividades em negrito:

- IS-205: Estudos Topográficos para Projetos Executivos para Construção de Rodovias Rurais
- IS-206: Estudos Geotécnicos
- **IS-208: Projeto Geométrico**
- **IS-209: Projeto de Terraplenagem**
- IS-210: Projeto de Drenagem
- IS-211: Projeto de Pavimentos Flexíveis
- IS-213: Projeto de Interseções, Retornos e Acessos
- IS-214: Projeto de Obras-de-Arte Especiais
- IS-215: Projeto de Sinalização
- IS-216: Projeto de Paisagismo
- IS-217: Projeto de Dispositivos de Proteção (Defensas e Barreiras)
- IS-218: Projeto de Cercas
- IS-219: Projeto de Desapropriação
- **IS-220: Orçamento da Obra**
- IS-222: Apresentação do Plano de Execução da Obra
- IS-224: Projeto de Sinalização da Rodovia durante a Execução de Obras e Serviços
- IS-225: Projeto de Pavimentos Rígidos
- IS-227: Levantamento Aerofotogramétrico para Projeto Executivo de Rodovias
- IS-246: Componente Ambiental dos Projetos de Engenharia Rodoviária

Para efeitos de orçamento, deverão ser utilizados os custos unitários de referência dos serviços em destaque, conforme o Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2 (DNIT), fornecido previamente. Os elementos considerados para orçamento constam no Termo de Referência.

## 3 EVENTO: ABERTURA DOS ENVELOPES

A Abertura dos Envelopes, no Projeto Ponto de Partida, é o evento de encaminhamento do Projeto Executivo – Relatório Final. O Relatório Final do Projeto Executivo é constituído pelos volumes constantes na Tabela 6.





**Tabela 6 - Relatórios constantes no Relatório Final do Projeto Executivo**

Volume	Denominação	Formato	Nº de vias
1	Relatório do Projeto	A4	1
2	Projeto Executivo	A3	1
3	Documentos de Habilitação & Orçamento das Obras	A4	1

Deverá ser encaminhado em meio digital (formato PDF e arquivos de projeto dos *softwares* utilizados) a reprodução dos relatórios acima indicados. A seguir são identificados alguns tópicos que devem constar em cada um dos Volumes.

## **Relatório do Projeto**

### **Introdução**

Apresentação do trabalho, descrição sucinta da região com comentários sobre a ocupação e uso do solo, características físicas, qualificação do relevo e objetivos do trabalho.

### **Estudos de Traçado**

Comentários sobre as condicionantes que mais influenciaram na definição da diretriz, análise das alternativas propostas e justificativas para a escolha do traçado.

### **Projeto Geométrico**

Definição dos elementos planialtimétricos da via de norma e de projeto. Relatório de Inconformidades (RIC). Demais relatório:

- **Planimetria:** Planilha da Diretriz de Traçado (RDT). Projeto e cálculo das curvas de concordância horizontal. Verificação das intertangentes. Planilha Final de Coordenadas (RPL).
- **Altimetria:** memória descritiva e justificativa do projeto altimétrico (greide). Memória de cálculo e projeto das curvas verticais e cálculo do greide. Relatório de Altimetria (RAT). Análise das curvas de concordância vertical.

### **Projeto de Terraplenagem**

Definição do gabarito da seção transversal. Relatório de Nota de Serviço de Terraplenagem (RNS). Relatório de Volumes (RVT), Relatório de Maciços (RMA e RMC); resumo dos volumes geométricos e compensados (empolamento). Identificação de Bota-Fora e Jazida. Critérios utilizados para distribuição dos materiais. Quantitativos dos serviços de terraplenagem.

A Introdução e os Estudos de Traçado incorporam e atualizam o Relatório de Estudos previamente produzido e apresentado na Audiência Pública.

## **Projeto Executivo**

### **Apresentação**

Mapa de situação e localização. Quadro de características técnicas.

### **Projeto Geométrico**

Seções transversais tipo. Linha Geral (plantas planialtimétricas com eixo do trecho projetado devidamente estaqueado, demarcação dos pontos fundamentais das curvas horizontais, limites da plataforma de terraplenagem, offsets, localização dos bueiros, limites da Faixa de Domínio e Tabela de Curvas. Escalas 1:4.000 (H) e 1:400 (V) em formato A3 (equivalente a Escala 1:2.000 (H) e 1:200 (V) em A1) com 1.500 metros por prancha.



### Projeto de Terraplenagem

Seções transversais por estaca, conforme modelo apresentado com indicações das áreas de corte e aterro. Escala 1:400 (5 seções por folha A3). Relatório com Diagrama de Massa (RBR). Quadro de origem e destino. Esquema linear de distribuição dos materiais.

### Documentos de Habilitação & Orçamento das Obras

O Volume 3 reúne em um único volume os documentos específicos discriminados a seguir:

#### Documentos de Habilitação

A Habilitação é uma das etapas mais importantes para participar nos processos de licitações. Esta fase é fundamental para que o licitante tenha sucesso nos processos de licitações pois do contrário, se não satisfizer as exigências necessárias para participar nas licitações, apresentando a documentação e condições elencadas e exigidas na Lei 8666/93, não será declarado vencedor mesmo que seu preço seja o mais competitivo. A Habilitação é avaliada em diferentes níveis, podendo ser citados como principais:

- **Habilitação Jurídica:** tem por finalidade demonstrar a existência legal da empresa, legitimidade de sua representação e aptidão para assumir obrigações com a Administração.
- **Regularidade Fiscal:** significa que o licitante encontra-se de forma regular perante suas obrigações com a legislação tributária federal, estadual, municipal, seguridade social e o fundo de garantia por tempo de serviço.
- **Qualificação Técnica:** é o conjunto de requisitos profissionais que o licitante apresenta para executar o objeto da Licitação. Estes requisitos podem ser genéricos, específicos e operativos. O indispensável é que o licitante disponha de capacidade e qualificação técnica no momento do certame licitatório.
- **Qualificação Econômica Financeira:** a comprovação da qualificação econômica-financeira da empresa tem o objetivo de garantir ao órgão licitante que os produtos ou serviços serão fornecidos, já que o vencedor da licitação terá capacidade para cumprir com o contrato.

No Projeto Ponto de Partida é exigido como Habilitação Jurídica o **Contrato Social** e possíveis alterações deste, devidamente assinados e registrados. Como documento válido de Regularidade Fiscal é adotado a **cópia da matrícula na disciplina** dos membros integrantes da Equipe. A Qualificação Técnica será concedida as equipes que reunirem uma pontuação superior ou igual a exigida no Termo de Referência mediante comprovação por meio de **Anotação de Responsabilidade Técnica – ART**. As ARTs computadas de forma individualizada irão gerar o **Acervo Técnico** de cada membro da Equipe. Não será exigida da Equipe a Qualificação Econômica Financeira.

A Equipe que não conseguir reunir os documentos de habilitação necessários será **automaticamente desqualificada** da atividade de Abertura dos Envelopes.

#### Orçamento das Obras

Planilha com os quantitativos dos serviços. Orçamento detalhado (conforme descrição dos serviços marcados no SICRO2, fornecido previamente).

#### Apropriação de Custos

Comentários sobre o tempo envolvido no projeto. Making Off das atividades desenvolvidas ao longo do projeto contendo: datas, horários, duração, participantes e fotos para a apropriação de horas do grupo.

#### Proposta Técnica e de Preços

Deverá conter o registro dos indicadores de desempenho considerados para efeito de concorrência pública em formulário padrão.



Durante a Abertura dos Envelopes, serão computados os indicadores de desempenho das equipes devidamente qualificadas e que cumprirem o prazo de entrega – incluindo-se, também, os já definidos durante a Audiência Pública e, assim como esses, estão sujeitos a alterações para cada edição do Projeto Ponto de Partida.

## 4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

O Art. 45 da Lei 8666/93 determina os tipos de licitação:

- I - a de menor preço;
- II - a de melhor técnica;
- III - a de técnica e preço;
- IV - a de maior lance ou oferta.

Em seu caráter lúdico, real e didático, o **Projeto Ponto de Partida** aproxima-se do tipo III - a de técnica e preço, e adota, para efeitos de pontuação, os critérios de avaliação apresentados a seguir:

- **Qualidade do projeto:** segundo Indicadores de Desempenho e pesos propostos no Termo de Referência. A informação incorreta do indicador (para mais ou para menos) pode gerar penalizações ou a própria desqualificação da Equipe no mesmo. Aqui engloba-se especialmente a etapa Abertura dos Envelopes;
- **Qualidade da fiscalização e defesa:** identificação de problemas em propostas concorrentes. Erros não observados ou atribuídos de forma equivocada poderão implicar em penalidades neste item para a empresa fiscalizadora. É dado o direito de defesa a todas as equipes, sendo este instrumento também avaliado pela Comissão de Avaliação. Aqui engloba-se especialmente a etapa Fase Recursal;
- **Qualidade dos relatórios:** textos, pranchas de desenho, tabelas, mapas, imagens, etc a ser avaliado pelos membros da Comissão de Avaliação. Aqui engloba-se especialmente a etapa Análise das Propostas.

O julgamento das propostas será objetivo, conforme os critérios previamente estabelecidos na referente edição do Projeto Ponto de Partida.



# TERMO DE REFERÊNCIA

## ELABORAÇÃO DE

### ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL – EVTEA (1ª Etapa)

### E DE PROJETO FINAL DE ENGENHARIA (2ª Etapa)

### PARA IMPLANTAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO NO MUNICÍPIO DE VIAMÃO – RS

## 1 ESCOPO

Este Termo de Referência – TR tem como objetivo determinar a abrangência, os procedimentos e os critérios para a elaboração dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA e do Projeto Final de Engenharia de rodovia de pista simples de processo licitatório simulado para avaliação na disciplina de Rodovias, a saber:

- **Rodovia:** PPP-2017/1
- **Norma Técnica:** DNER/1999
- **Classe da rodovia:** III
- **Região:** ondulada
- **Configuração:** pista simples com acostamentos
- **Classificação do solo:** 1ª Categoria
- **Faixa de exploração:** 2 x 250m
- **Extensão aproximada:** 3,5 km

A estratégia adotada para a presente licitação é a execução dos serviços em duas etapas, conforme acima descrito. Contudo, se após a conclusão e avaliação do EVTEA (1ª Etapa), o empreendimento for considerado “Não Viável”, os serviços correspondentes à elaboração do Projeto Final de Engenharia (2ª Etapa) serão cancelados e o Contrato Encerrado.

Os procedimentos e relatórios a serem entregues deverão seguir as orientações contidas nas publicações **Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (Diretrizes)**, do Projeto Ponto de Partida, e **Apostila da Disciplina (Apostila)**.

## 2 CONDIÇÕES DE HABILITAÇÃO

A Equipe para participar do processo licitatório deverá encaminhar por ocasião da Etapa da Abertura dos Envelopes os Documentos de Habilitação previstos nas Diretrizes dentro do prazo estipulado. As Anotações de Responsabilidade Técnica – ARTs exigidas neste processo licitatório abrangem cinco atividades. As áreas, atividades e a pontuação mínima exigida à Equipe estão discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Pontuação Mínima Exigida segundo ART

Etapa	Área	Atividade	Pontuação Mínima
Abertura dos Envelopes	Projeto Geométrico	Projeto Planimétrico	100
		Projeto Altimétrico	150
		Características Técnicas	150
	Projeto de Terraplenagem	Volumes e Maciços	100
		Distribuição dos Materiais	100



A Equipe estará habilitada no quesito Qualificação Técnica ao atingir pontuação igual ou superior aos valores definidos na Tabela 1, em pelo menos 4 (quatro) atividades e apresentar uma pontuação total em ARTs equivalente a 900 (novecentos) pontos. No caso de não habilitação, a Equipe não apropriará seus Indicadores de Desempenho durante a etapa Abertura dos Envelopes, não participando da mesma – podendo participar, ainda, da Fase Recursal e da Análise das Propostas, com o devido ônus.

### 3 PARÂMETROS COMPLEMENTARES DE PROJETO

Além das normas de projeto, para a presente edição do Projeto Ponto de Partida, deverão ser consideradas as seguintes recomendações:

#### Planimetria

- Manter distância  $\geq 30\text{m}$  de nascentes e de córregos e rios paralelos ao eixo da rodovia;
- Considerar regiões de mata nativa com uma árvore a cada  $8\text{m}^2$ . Destas 20% apresentam diâmetro superior a  $0,30\text{m}$  e os 80% restantes, entre  $0,15$  e  $0,30\text{m}$ ;
- Para efeitos de desapropriação, considerar apenas a área das edificações atingidas pela faixa de domínio. Considerar, para efeito de orçamento, o valor fictício de R\$ 200,00/ $\text{m}^2$  de área construída.
- Os bueiros dos córregos e rios serão todos do tipo BSTC. O seu diâmetro será definido pelo desenvolvimento de todos os afluentes do rio a montante, conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Dimensionamento simplificado do bueiro

Desenvolvimento a montante (m)	Diâmetro (m)
0 – 200	0,60
200 – 500	0,80
500 – 1000	1,00
1000 – 2000	1,20
> 2000	1,50

#### Altimetria

- Rampa mínima desejável de  $\pm 1,00\%$  e admissível de  $\pm 0,30\%$  em estacas com seções em corte ou mistas;
- Estacas que interceptam o sistema viário existente não poderão ultrapassar  $\pm 1,50\text{m}$  da cota do terreno natural, medida no eixo;
- Estacas com bueiros deverão apresentar aterros com altura  $\geq 1,50\text{m}$ .
- Na região dentro do limite de cheia máxima deverá ser respeitada a altura mínima de plataforma de  $1,50\text{m}$ .

#### Seções Transversais

- As seções de terreno deverão ter  $60,00\text{m}$  de levantamento para cada lado;
- Considerar  $0,20\text{m}$  como a espessura de limpeza. A limpeza deverá ser considerada entre os offsets acrescidos de  $2,00\text{m}$  para cada lado;
- Inclinação da seção transversal de projeto em tangente (abaulamento) de  $2\%$ . Aplicar superelevação e superlargura nas curvas horizontais;
- Taludes de corte  $1,0/1,0$  (V/H) e de aterro  $1,0/1,5$  (V/H) com no máximo 8 metros de altura. Para alturas maiores utilizar taludes de  $6,00\text{m}$  intercalados com até 4 banquetas (ou bermas em aterros) com  $4,00\text{m}$  de largura e abaulamento de  $3,00\%$ ;



- Seções com problemas de offset ('curtas') serão editadas incluindo-se um ponto com distância maior e mantendo-se a última cota do terreno natural (EM PROJETOS REAIS JAMAIS PROCEDER DESTA FORMA).

### Terraplenagem

- Considerar fator de homogeneização de 1,3 para solos de 1ª Categoria;
- As áreas para Bota-Fora e Jazidas deverão ser aprovadas pela fiscalização, conforme Diretrizes do projeto.

### Orçamento

- Utilizar **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2** fornecido. Na corrente edição do Projeto Ponto de Partida serão considerados os seguintes itens:
  - Limpeza e destocamento de árvores;
  - Escavação carga e transporte c/e (com escavadeira);
  - Compactação de aterros e "bota-foras";
  - Corpo e bocas de bueiros;
  - Áreas Desapropriadas (conforme normativa do Projeto Ponto de Partida).

## 4 INDICADORES DE DESEMPENHO

A Tabela 3 apresenta os Indicadores de Desempenho e seus pesos para a presente edição do **Projeto Ponto de Partida**. O valor de 0% para PT3, na Tabela 3, indica que o mesmo não será considerado nesta edição.

Tabela 3 - Indicadores de Desempenho

Etapa	Área	Código	Critério	Unidade	Peso
Audiência Pública	Estudos de Traçado	ET1	Acréscimo sobre a diretriz	%	7%
		ET2	Amplitude vertical/km	m/km	5%
		ET3	Interferências/km	un/km	8%
Abertura dos Envelopes	Projeto Geométrico	PG1	Tortuosidade média	°/mkm	10%
		PG2	Comprimento virtual	m	8%
		PG3	Acréscimo sobre plataforma	%	7%
	Projeto de Terraplenagem	PT1	Distância Média de Transporte (DMT)	km	13%
		PT2	Relação importados e exportados/total	%	7%
		PT3	Relação compensação longitudinal/total	%	0%
	Orçamento das Obras	OO1	Custo total dos serviços orçados	R\$	15%
		OO2	Custo total dos serviços orçados/km	R\$/km	20%

Porto Alegre, março de 2017.





## ESCOPO

### RELAÇÃO DE ARQUIVOS

Num	Nome	Tipo	Editável	Finalidade	Descrição
00	Escopo	PDF	Não	Informativo	Relaciona todos os arquivos utilizados no projeto.
01	Apresentação	PDF	Não	Informativo	Apresentação sucinta do Projeto Ponto de Partida.
02	Artigo	PDF	Não	Informativo	Apresentação detalhada do projeto.
03	Publicacao Edicoes Anteriores	Link	Não	Informativo	Trabalhos de edições anteriores. A consulta aos trabalhos de edições anteriores propicia o aprimoramento dos projetos da presente edição.
04	Guia do trabalho QGIS	PDF	Não	Capacitação	Guia para capacitação dos alunos nas atividades a serem desenvolvidas no <i>software</i> QGIS.
05	Guia do trabalho SAEPRO	PDF	Não	Capacitação	Guia para capacitação dos alunos nas atividades a serem desenvolvidas no <i>software</i> SAEPRO.
06	Setup QGIS	EXE	Não	Ferramenta	Versão 2.18.3-1 do <i>software</i> QGIS.
07	Setup Saepro	EXE	Não	Ferramenta	Versão 1.0.0.23 do <i>software</i> SAEPRO.
08	ILovePDF	Link	Não	Ferramenta	Link para acesso a ferramenta de edição de arquivos formato PDF.
09	Contrato Social	DOCX	Sim	Controle	Contrato Social destinado a consolidação da formação das equipes. Documento necessário para a Habilitação Jurídica da Equipe.
10	Formularios	Imp.	Não	Controle	Formulários como a Anotação de Responsabilidade Técnica. Documento necessário para a Qualificação Técnica da Equipe.
11	Cronograma	XLSX	Sim	Controle	Cronograma Planejado X Realizado do projeto.
12	Fiscalização e Defesa	DOCX	Sim	Controle	Formulário para Fiscalização e Defesa na Fase Recursal.
13	Pro-labore	DOCX	Sim	Controle	Formulário que pontua de forma diferenciada os membros de uma mesma Equipe.
14	Contrato de Direito Autoral	DOCX	Sim	Controle	Formulário destinado às três equipes vencedoras para que estas disponibilizem sua produção intelectual como material do projeto.
15	Diretrizes	PDF	Não	Cenário	Material permanente que trata dos conteúdos, formatos e indicadores de desempenho utilizados no projeto.
16	Termo de Referência	PDF	Não	Cenário	Material que apresenta elementos específicos para a presente edição do projeto.
17	Dados GIS	ZIP	Não	Cenário	Base de dados GIS contendo o cenário a ser utilizado na presente edição do projeto.
18	Dados SAEPRO	ZIP	Não	Cenário	Base de dados do SAEPRO contendo o cenário a ser utilizado na presente edição do projeto.
19	Dados de Orçamento	PDF	Não	Cenário	Dados de orçamento da região e data obtidos no SICRO2 utilizados como referência na presente edição do projeto.
20	Relatório do Estudo	DOCX	Sim	Modelo	Modelo A4 em Word do Relatório do Estudo.
21	Projeto Executivo	DOCX	Sim	Modelo	Modelo A3 em Word do Projeto Executivo.
22	Relatório do Projeto	DOCX	Sim	Modelo	Modelo A4 em Word do Relatório do Projeto.
23	Documentos, Orcamento e Outros	DOCX	Sim	Modelo	Modelo A4 em Word dos Documentos de Habilitação, Orçamento das Obras, Apropriação de Custos e Proposta Técnica e de Preços.
24	Quadro Origem-Destino	XLSX	Sim	Modelo	Modelo A3 em Excel com o Quadro Origem-Destino para distribuição dos materiais.
25	Pesquisa de Satisfacao	Link	Sim	Controle	Pesquisa de satisfação do projeto.
26	Controle	XLSX	Sim	Controle	Planilha em Excel de controle de classificação das equipes.

## **PESQUISA DE SATISFAÇÃO**

A pesquisa de satisfação aplicada aos participantes no final de cada edição do Projeto Ponto de Partida tem por objetivo mensurar a motivação dos alunos, a experiência do usuário e o conhecimento adquirido, como forma de identificar características fortes do Projeto reconhecidas pelos alunos e pontos fracos que devem ser repensados para as próximas edições.

A avaliação dos alunos foi obtida a partir da aplicação da Pesquisa de Satisfação, através de formulário de avaliação produzido na ferramenta Formulários Google, do Google Drive. Foram convidados a participar os membros das 21 equipes, totalizando 84 alunos. Destes, 60 alunos responderam o questionário (71,43% do total de alunos) e 50 deles (59,52%) deram contribuições sobre aspectos positivos e negativos do Projeto, por escrito.

Nas páginas seguintes será apresentado o questionário aplicado, bem como a avaliação dada pelos alunos ao Projeto, segundo os critérios propostos, através do percentual de avaliações positivas, neutras e negativas. O percentual de avaliações positivas e negativas foi dividido em três grupos, para manter a paridade com a escala Likert adotada. Desta forma tem-se, por exemplo, para a escala positiva: (i) levemente positiva, (ii) em grande parte positiva e (iii) fortemente positiva. Algumas questões do questionário apresentam escala invertida.

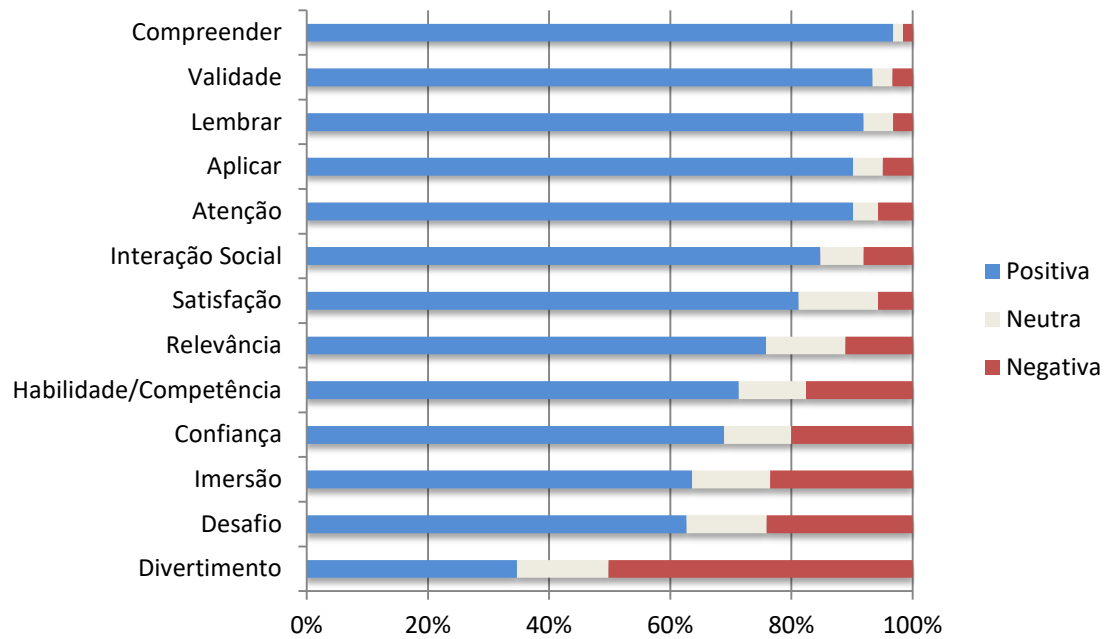
No critério de Satisfação, foi observado que 88,5% dos alunos identificaram-se com a afirmação “Eu me senti bem ao completar o trabalho”, sendo que 55,7% concordaram fortemente com ela. Pode-se considerar que as habilidades dos alunos melhoraram com a superação dos desafios, assim como a percepção do progresso pessoal ao longo do trabalho. Esse fato é percebido pela porcentagem de mais de 90% dos alunos que avaliaram positivamente esta evolução.

É possível destacar que os critérios que compõem a avaliação do conhecimento - Lembrar, Compreender e Aplicar - foram avaliados como negativos por menos de 5,0% dos alunos. Salienta-se também que, em todos os itens do tópico Conhecimento, as avaliações fortemente positivas tiveram uma porcentagem maior que 42%.

Além das questões a serem respondidas com uso da escala Likert, propôs-se aos alunos a contribuição dissertativa com a indicação de aspectos considerados negativos e positivos no Projeto.

Enquanto as avaliações negativas estão associadas, em sua grande maioria, a aspectos pontuais do Projeto, as avaliações positivas ressaltaram a importância da abordagem lúdico-real-didática. Uma frase curta, escrita por um dos alunos, sintetiza o grande mérito da proposta: “Esse trabalho nos faz sentir mais engenheiros.”.

O Gráfico 1 apresenta um resumo dos resultados obtidos para cada critério na edição 2017/2. O quesito Compreender merece destaque por sua alta avaliação positiva, 96,8% de aprovação.



**Gráfico 1:** Critérios agrupados por avaliação

Em seguida serão apresentados os resultados parciais de cada quesito, como disposto no questionário:

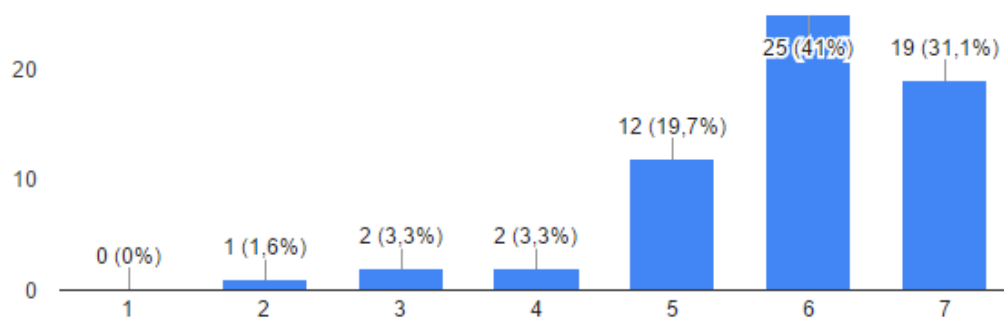
## IDENTIFICAÇÃO

- Qual sua Instituição de Ensino?
- Em qual ano e semestre você realizou o trabalho?
- Qual equipe você faz parte?

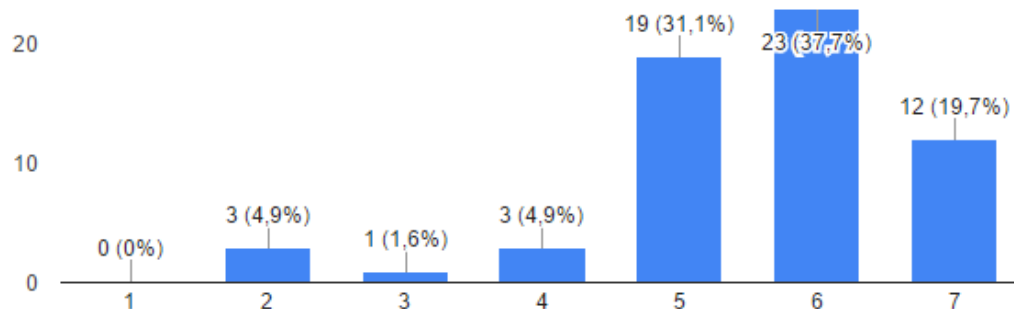
# MOTIVAÇÃO

## Atenção

- Houve algo interessante, no início do trabalho, que capturou minha atenção.



- O modo de apresentação do trabalho é atraente.

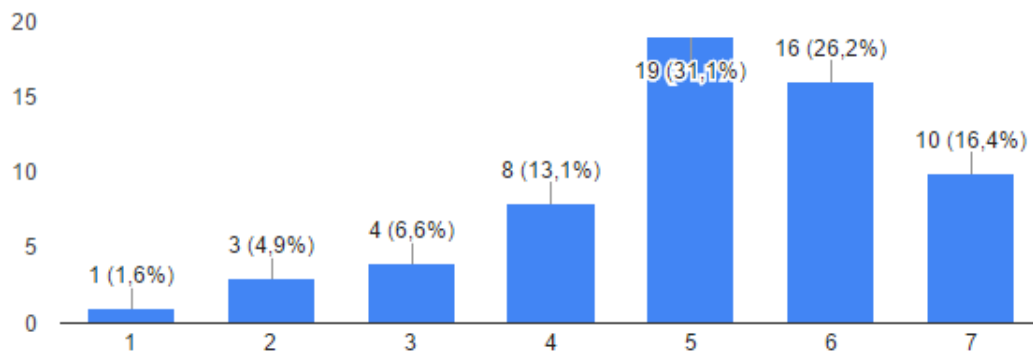


Critério: MOTIVAÇÃO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Atenção	5,7%	4,1%	90,2%

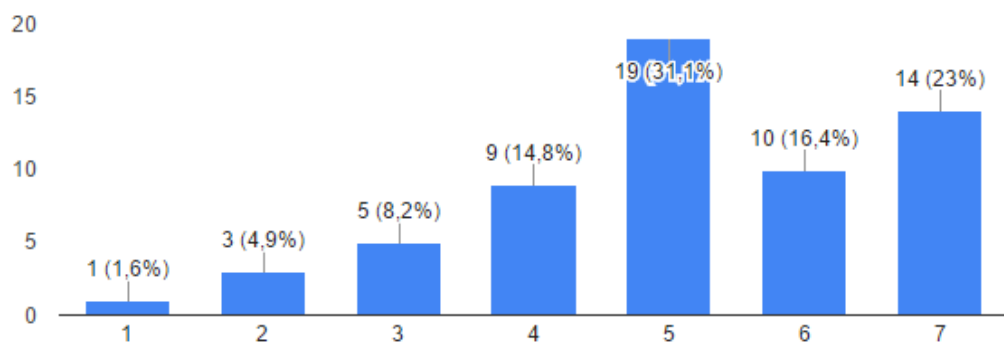
# MOTIVAÇÃO

## Relevância

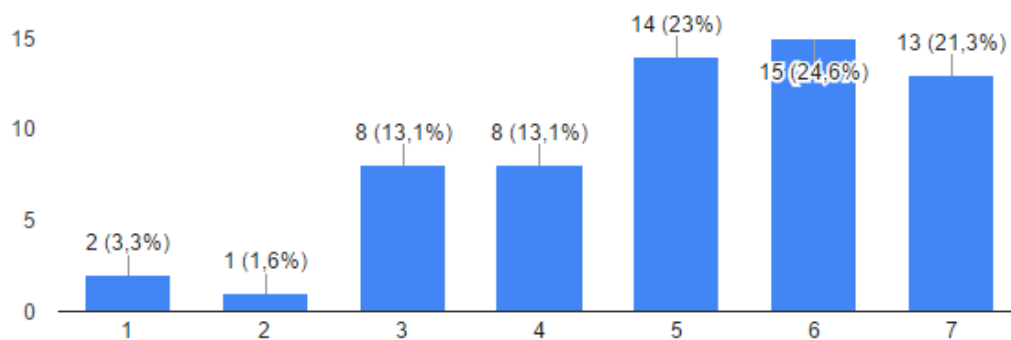
- Ficou claro para mim como o conteúdo do trabalho está relacionado com coisas que eu já sabia.



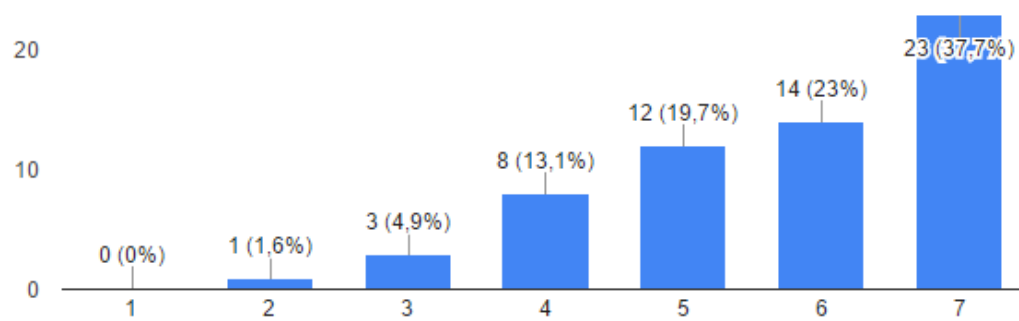
- Eu gostei tanto do trabalho que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.



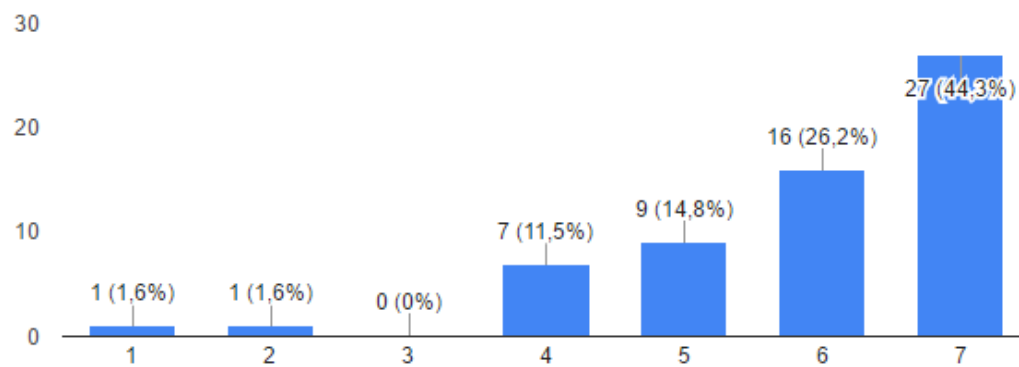
- O conteúdo do trabalho é relevante para meus interesses.



- Eu poderia relacionar o conteúdo do trabalho com coisas que já vi, fiz ou pensei.



- O conteúdo do trabalho será útil para mim.



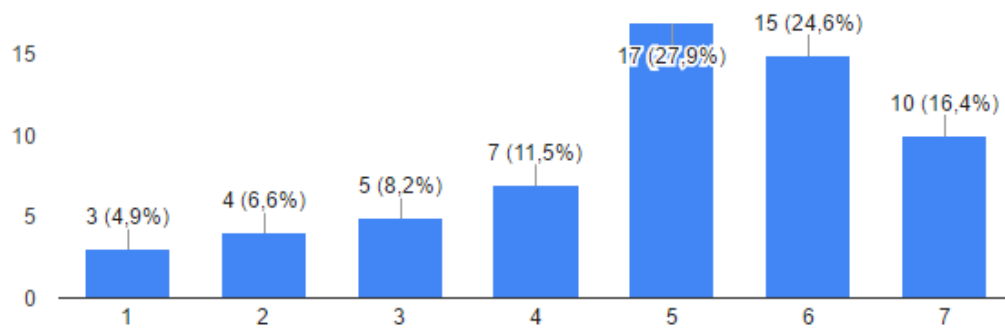
Critério: MOTIVAÇÃO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Relevância	11,1%	13,1%	75,8%



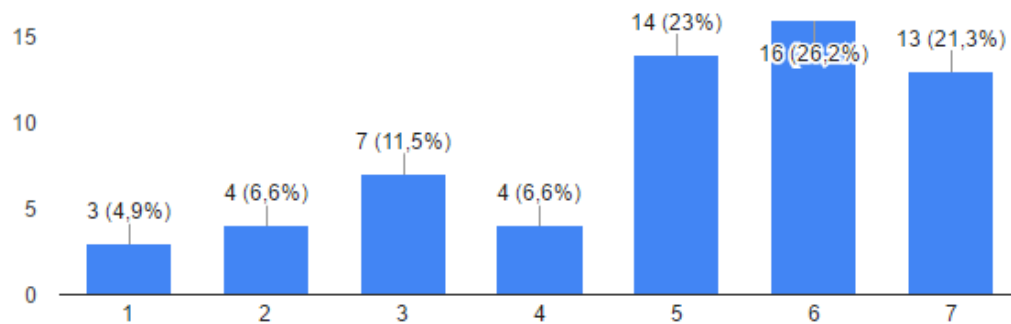
# MOTIVAÇÃO

## Confiança

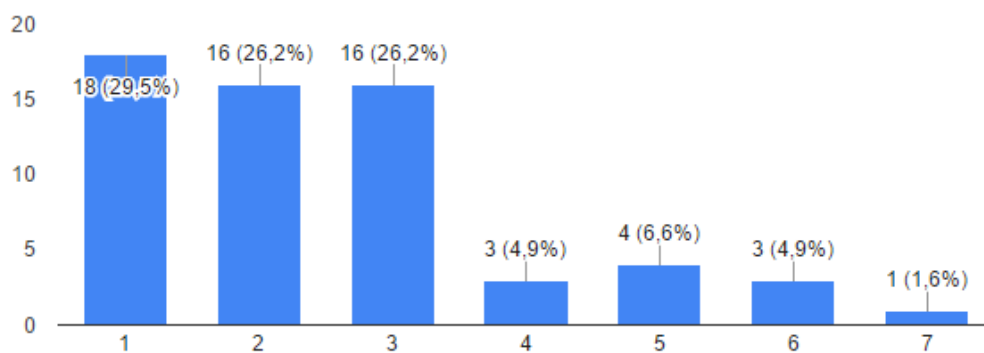
- O trabalho foi mais difícil de entender do que eu gostaria.



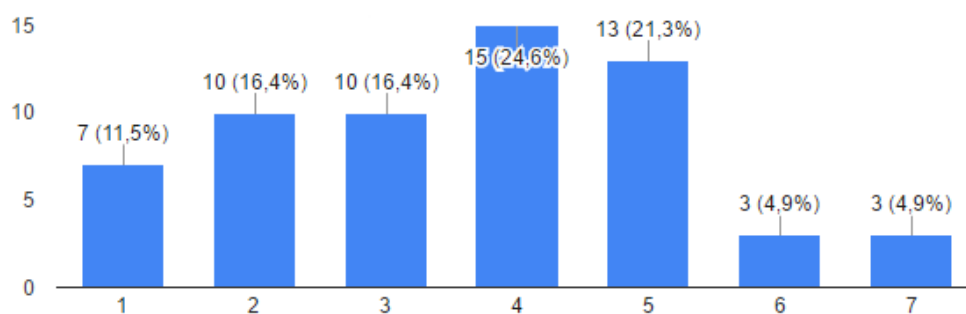
- O trabalho tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.



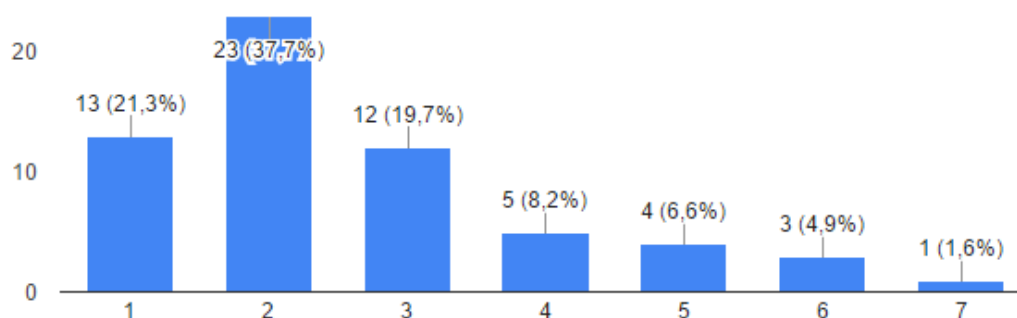
- O conteúdo do trabalho é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele.



- As atividades do trabalho foram muito difíceis.



- Eu não consegui entender uma boa parcela do material do trabalho.

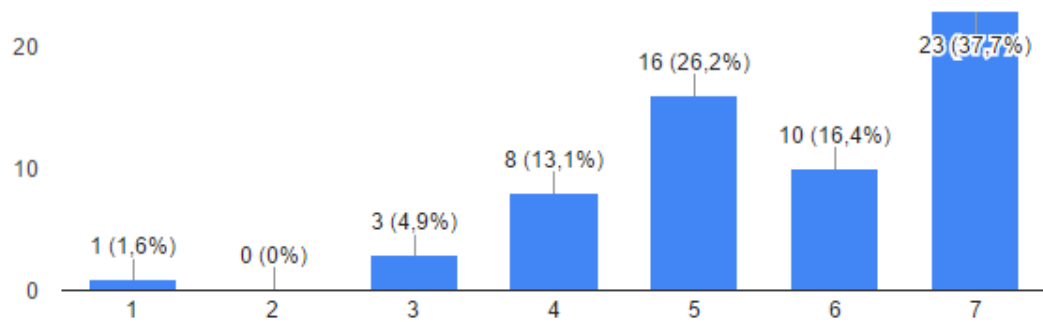


Critério: MOTIVAÇÃO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Confiança	20,0%	11,1%	68,9%

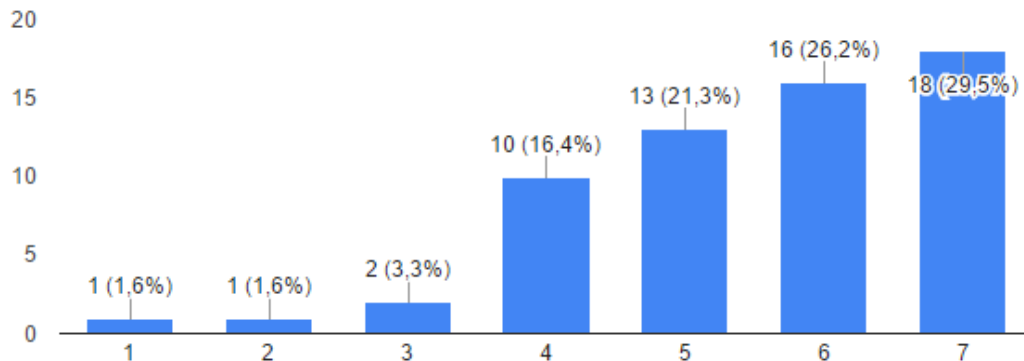
# MOTIVAÇÃO

## Satisfação

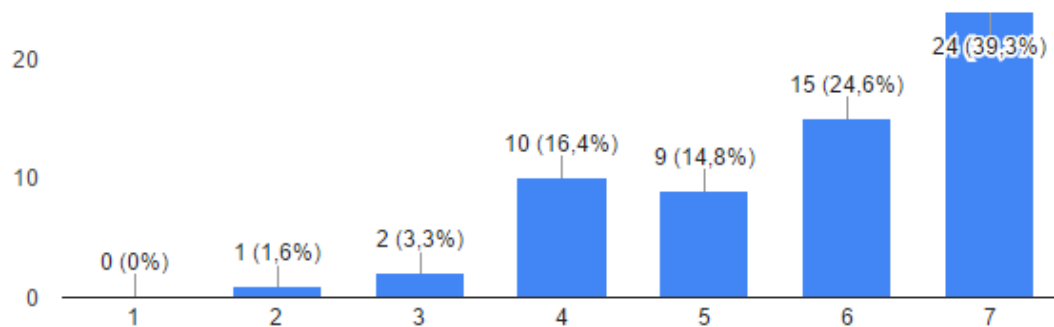
- Completar as etapas do trabalho deu-me um sentimento de realização.



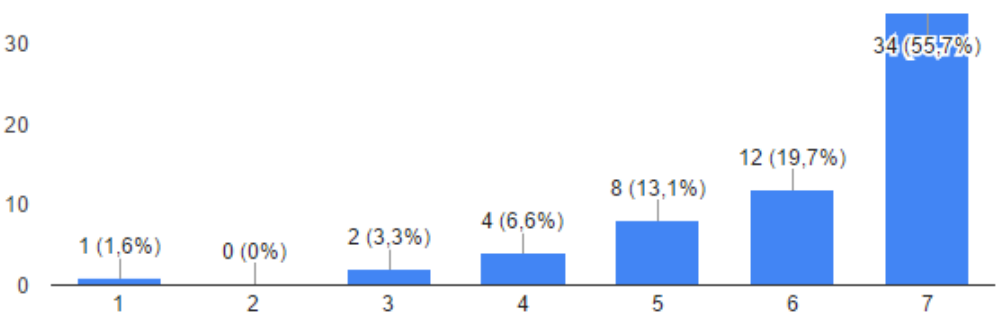
- Eu aprendi algumas coisas com o trabalho que foram surpreendentes ou inesperadas.



- O suporte dado pelos facilitadores (monitores e professor) propiciou a satisfação pelo esforço empregado.



- Eu me senti bem ao completar o trabalho.

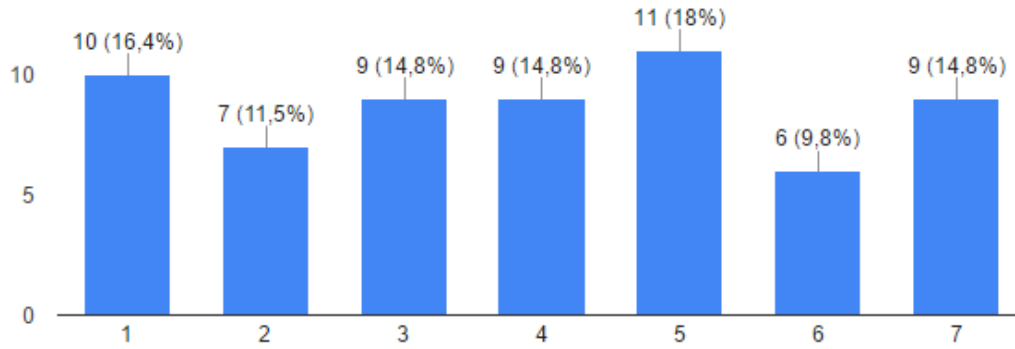


Critério: MOTIVAÇÃO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Satisfação	5,7%	13,1%	81,2%

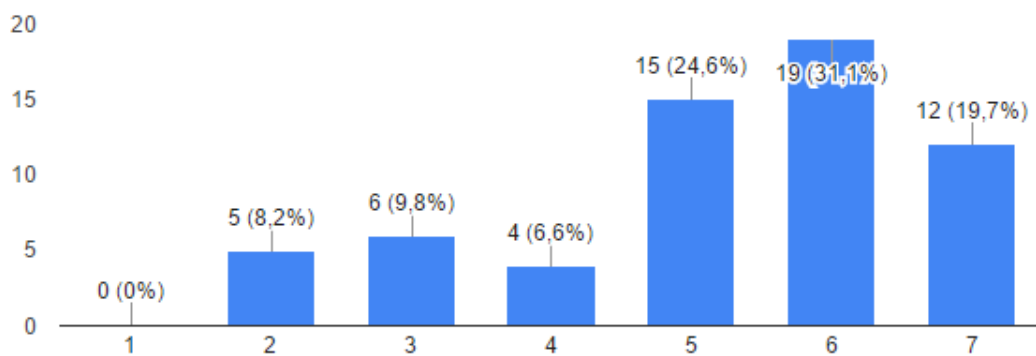
# EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

## Imersão

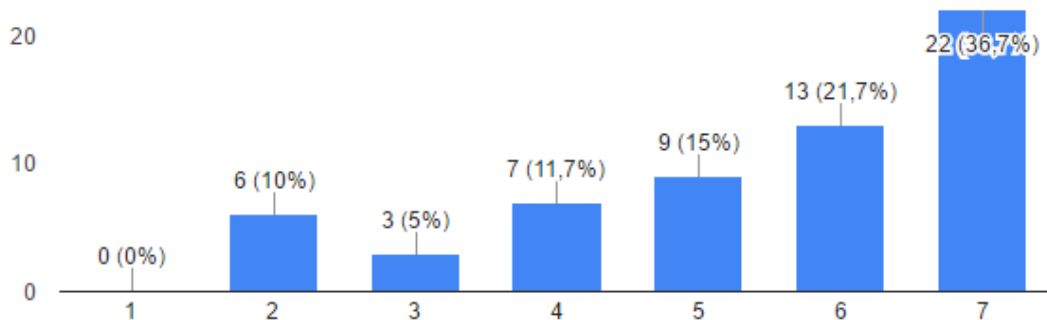
- Eu não percebi o tempo passar enquanto realizava o trabalho.



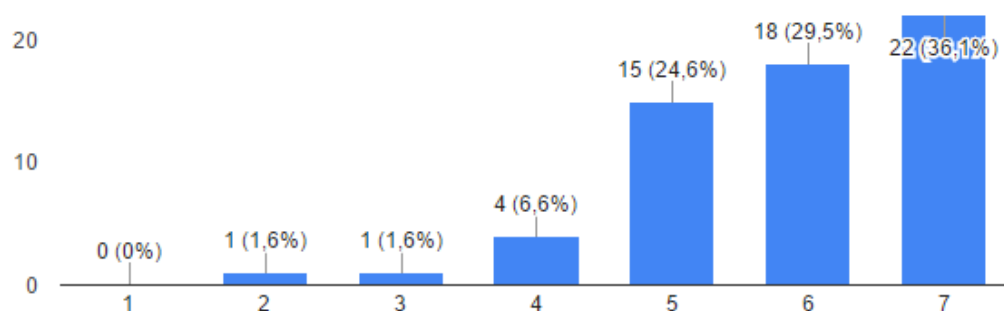
- Enquanto realizava o trabalho, minha atenção era exclusiva ao mesmo.



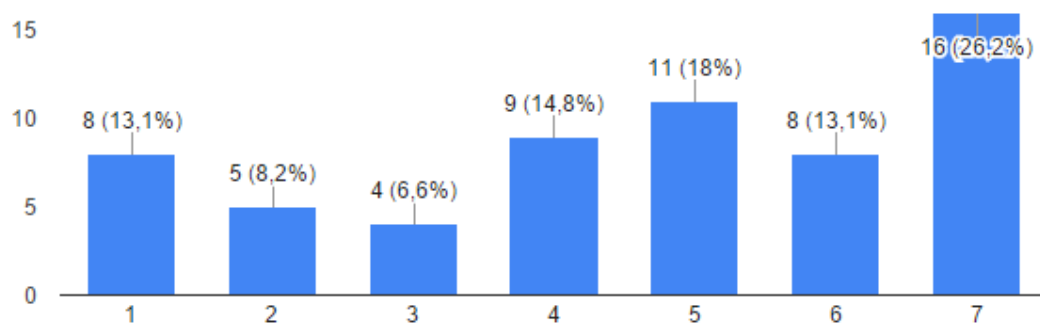
- Tive uma imersão ao trabalho que me afastou de outras atividades do dia a dia.



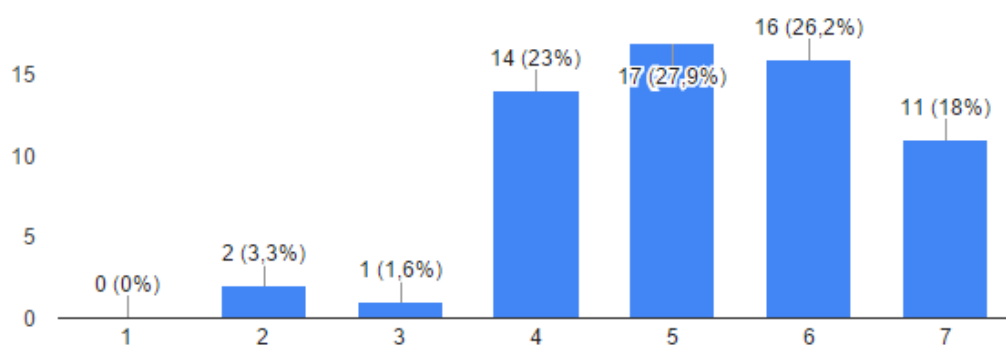
- Esforcei-me para ter bons resultados no trabalho.



- Houve momentos em que eu queria desistir do trabalho.



- Senti-me estimulado a aprender com o trabalho.



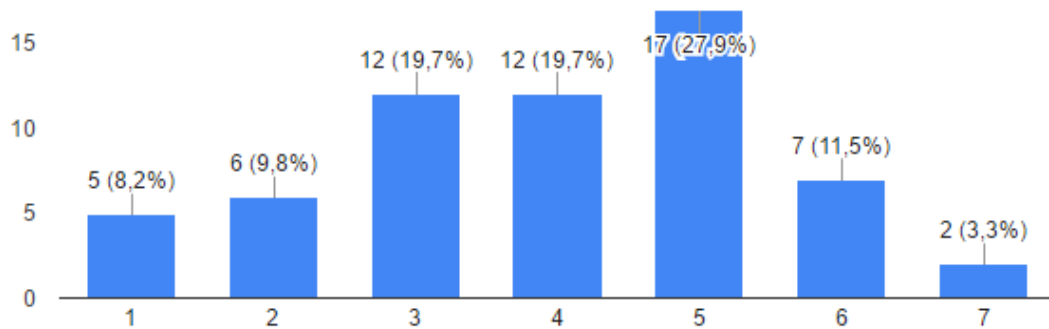
Critério: EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Imersão	23,5%	12,9%	63,6%



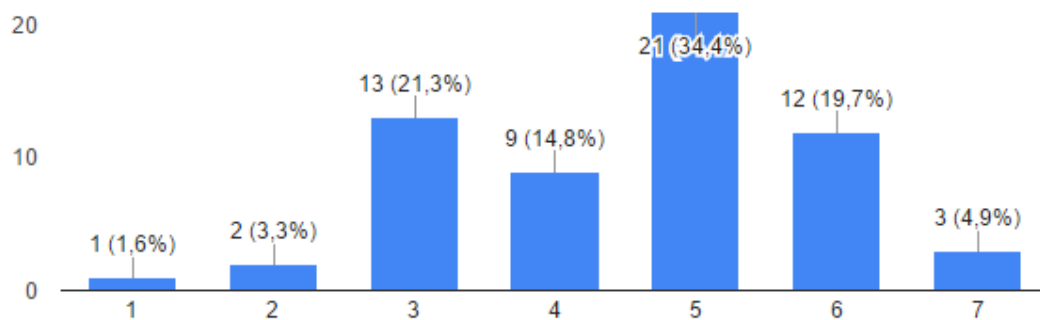
# EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

## Desafio

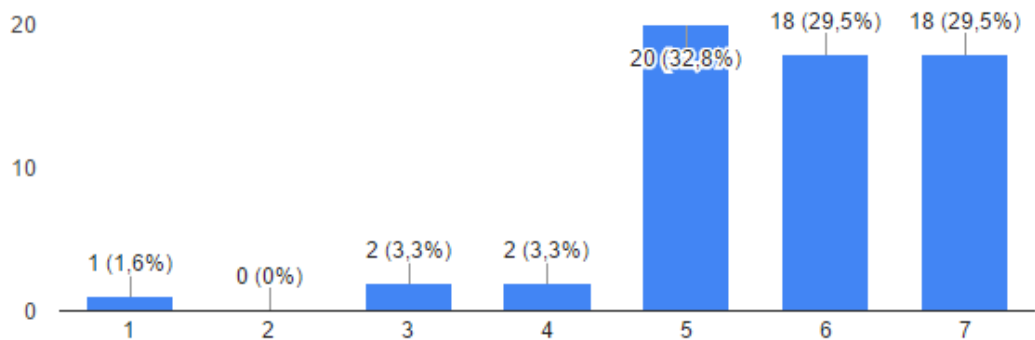
- Eu gostei do trabalho e não me senti ansioso ou entediado.



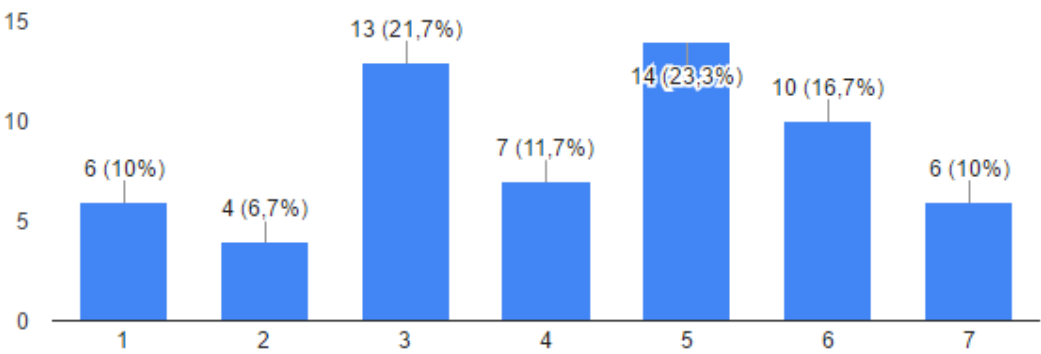
- O trabalho manteve-me motivado a continuar realizando-o.



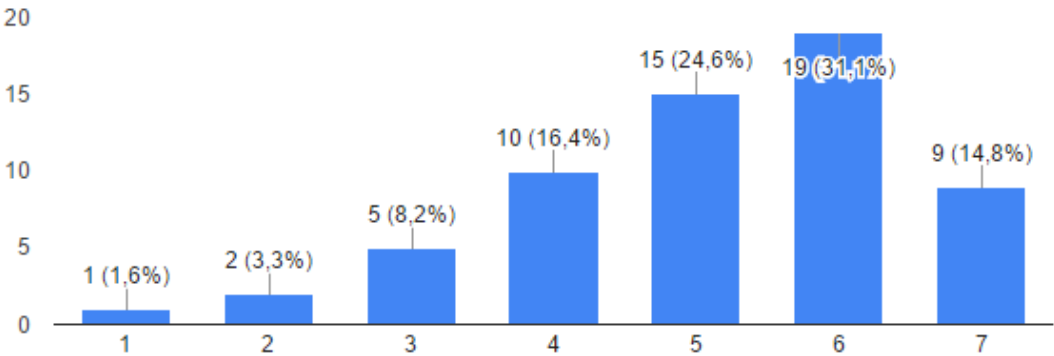
- Minhas habilidades melhoraram, gradualmente, com a superação dos desafios apresentados.



- O trabalho oferece novos desafios num ritmo apropriado.



- Este trabalho é adequadamente desafiador para mim; as tarefas não são muito fáceis, nem muito difíceis.

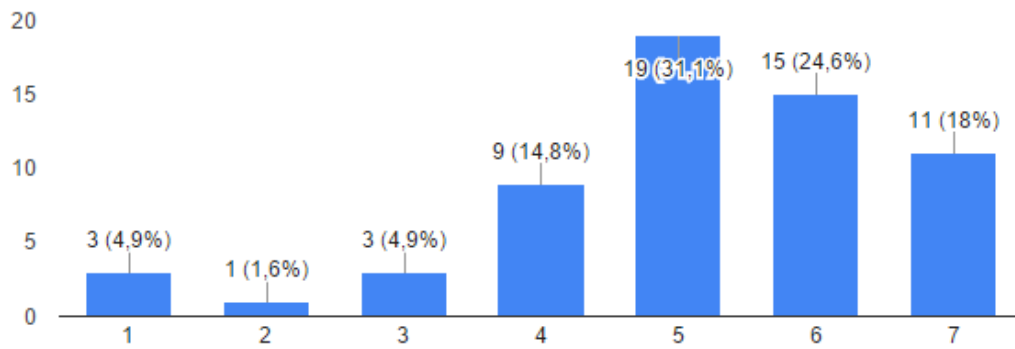


Critério: EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Desafio	24,1%	13,2%	62,7%

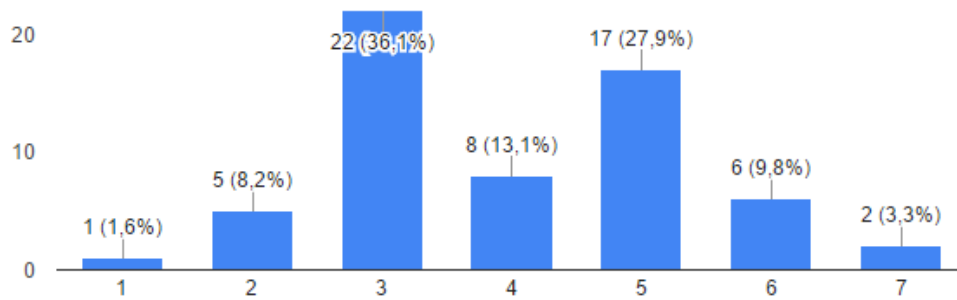
# EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

## Habilidade/Competência

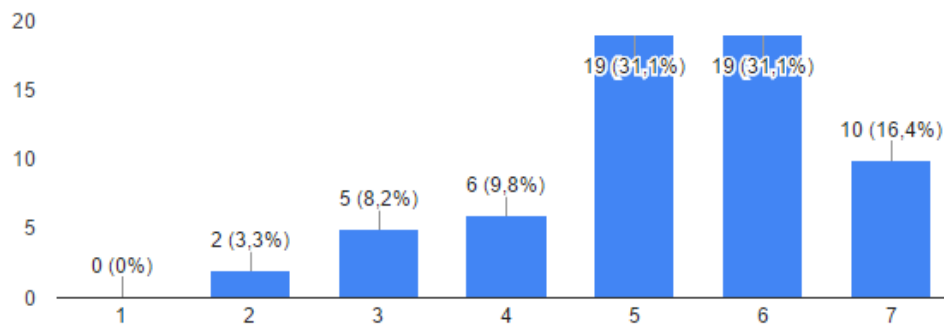
- Senti-me bem sucedido.



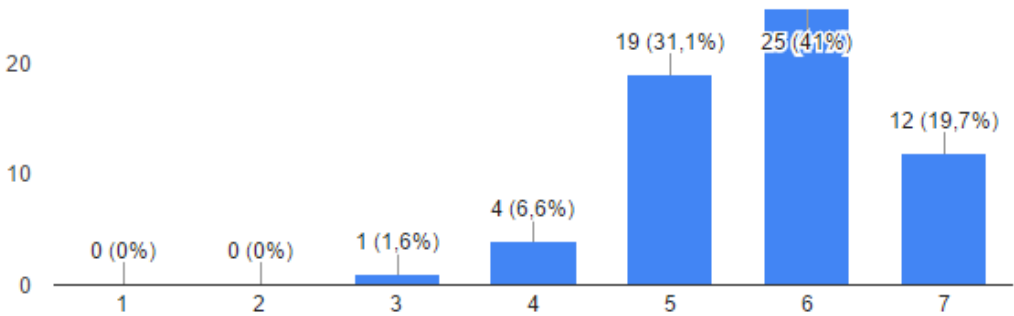
- Eu alcancei rapidamente os objetivos de cada tarefa.



- Senti-me competente.



- Senti que estava tendo progresso, durante o desenrolar do trabalho.

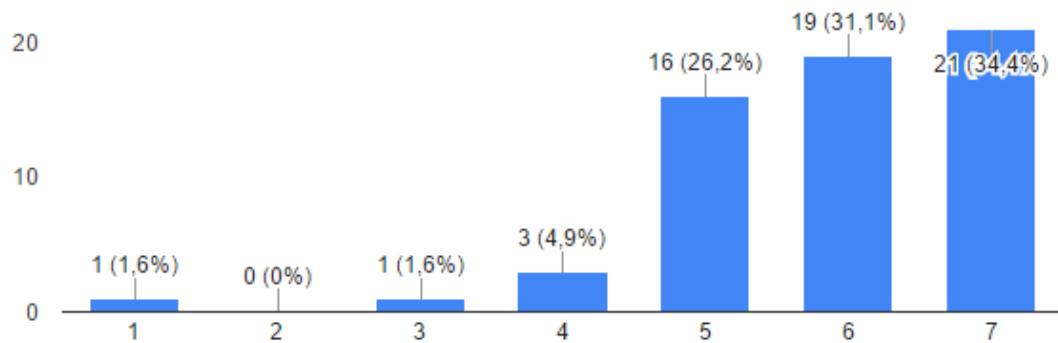


Critério: EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Habilidade/Competência	17,6%	11,1%	71,3%

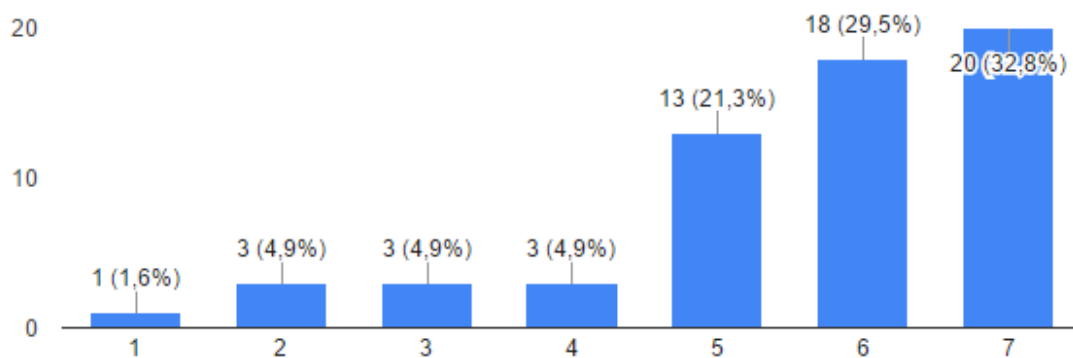
# EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

## Interação Social

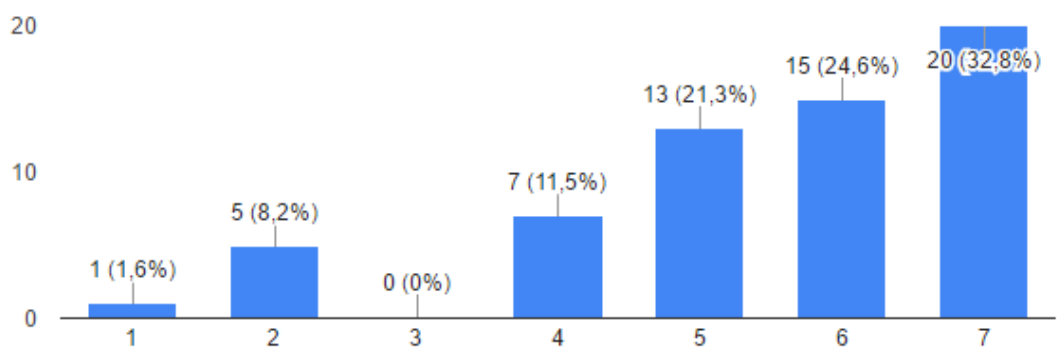
- Senti que estava colaborando com outros colegas.



- A colaboração no trabalho ajuda a aprendizagem.



- O trabalho suporta a interação social entre os componentes do grupo.

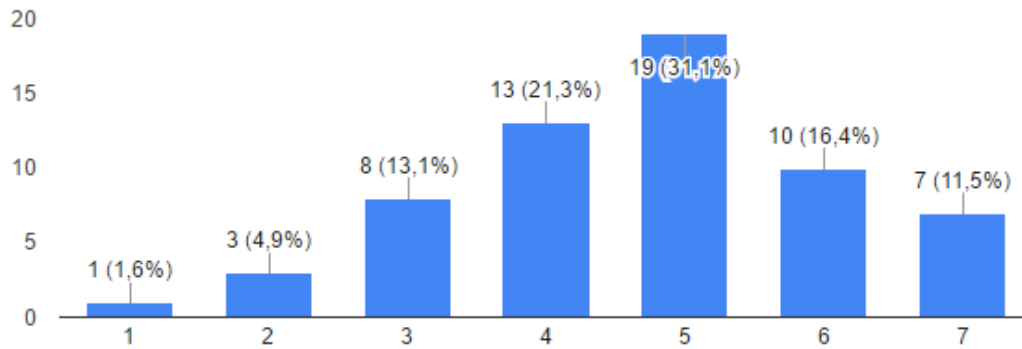


Critério: EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Interação Social	8,1%	7,1%	84,8%

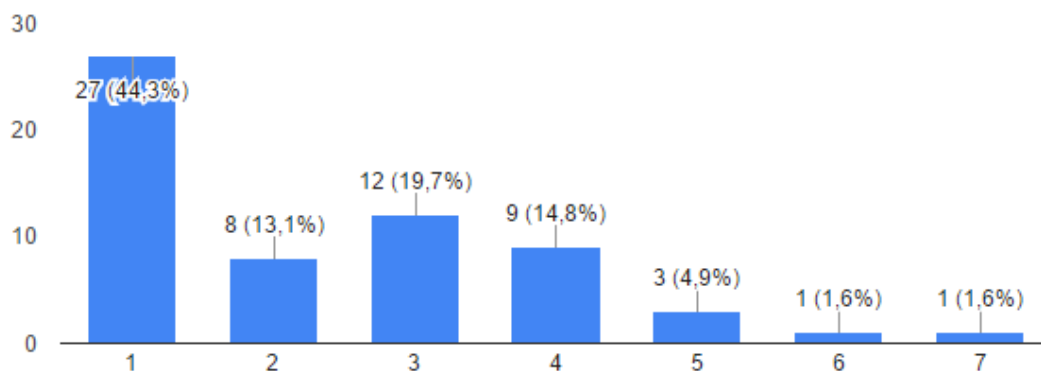
## EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

### Divertimento

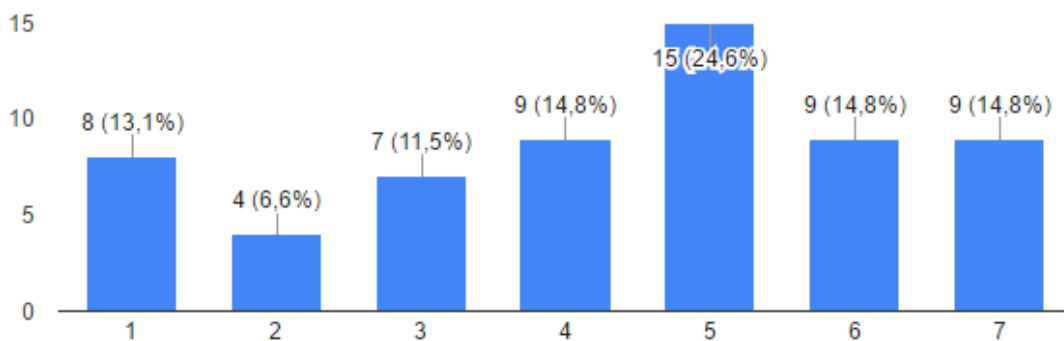
- Quando estou realizando o trabalho, gosto de permanecer por bastante tempo no mesmo.



- Quando ao término, tive uma sensação de vazio.

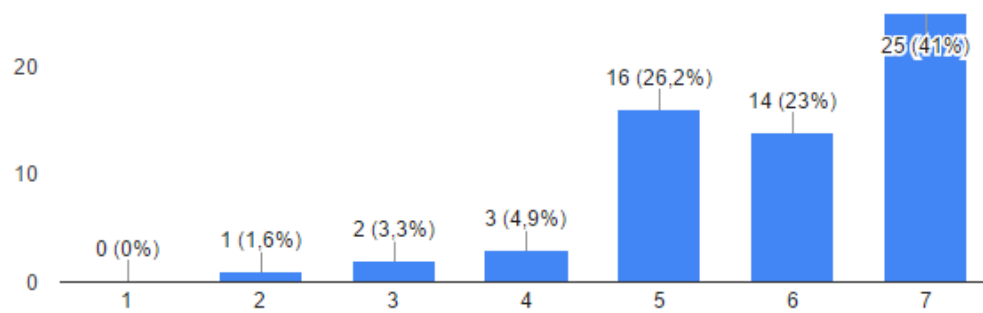


- Se eu tivesse a oportunidade (tempo e recursos), me motivaria realizar o trabalho novamente.

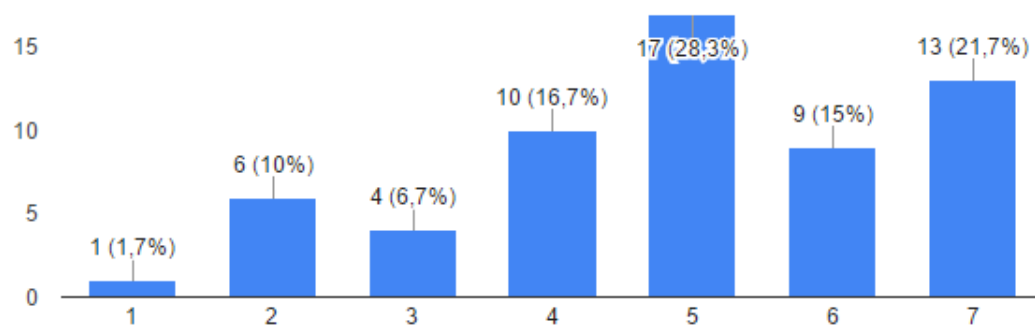




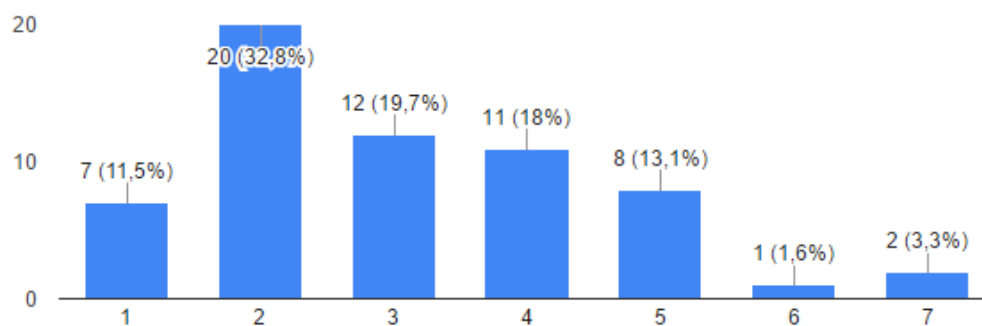
- Algumas coisas do trabalho me irritaram



- Fiquei torcendo para o trabalho acabar logo.



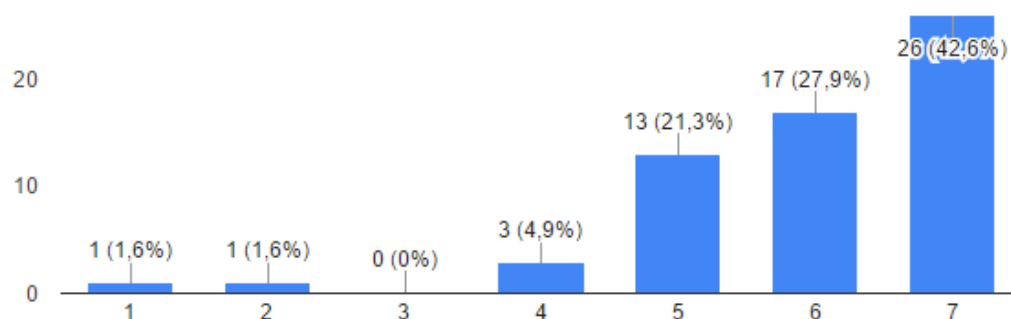
- O trabalho não me envolveu plenamente.



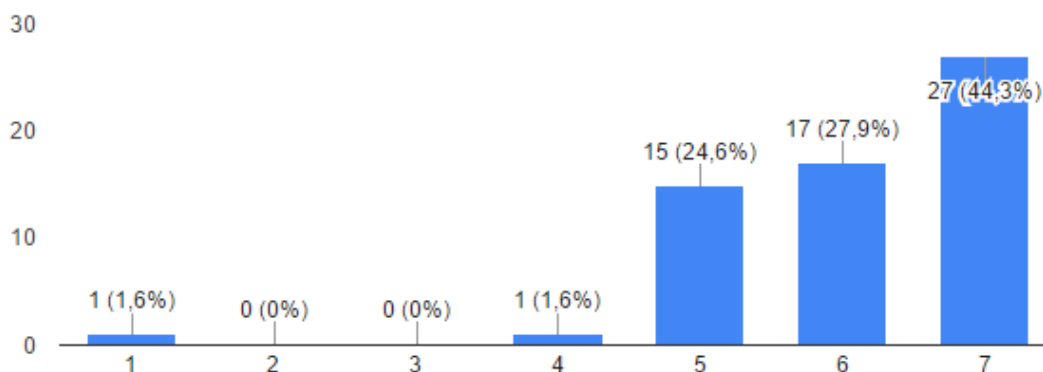
Critério: EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Divertimento	50,2%	15,1%	34,7%

## CONHECIMENTO

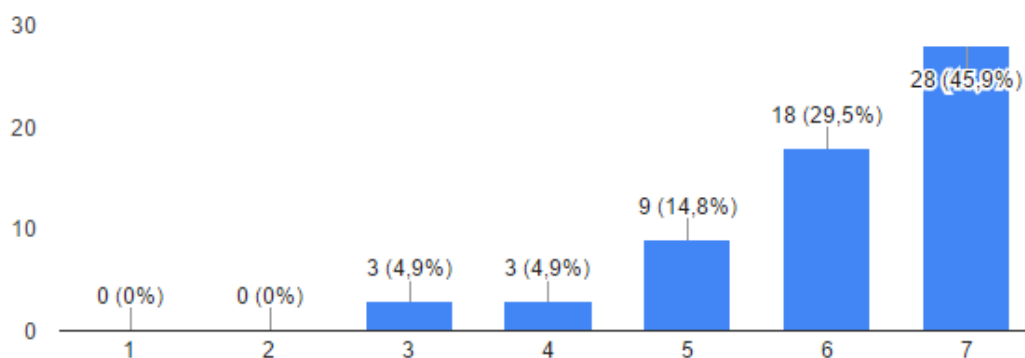
- Depois do trabalho, consigo lembrar de mais informações relacionadas ao conteúdos didáticos apresentados.



- Depois do trabalho, consigo compreender melhor os conteúdos didáticos apresentados.



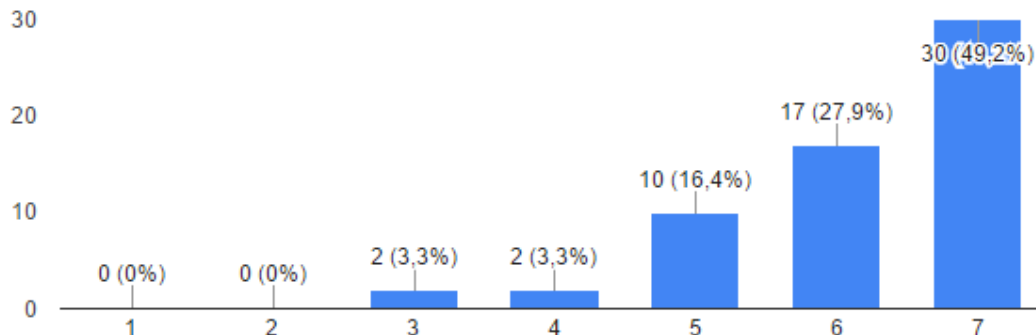
- Depois do trabalho, sinto que consigo aplicar melhor os conteúdos didáticos relacionados com o trabalho.



Critério: CONHECIMENTO	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Lembrar/Compreender/Aplicar	3,2%	3,8%	93,0%

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Em uma análise geral, você considera válida a aplicação de um trabalho como este em uma disciplina de graduação.



Critério: CONSIDERAÇÕES FINAIS	Avaliação		
	Negativa	Neutra	Positiva
Validade	3,3%	3,3%	93,4%

- Colabore apresentando pontos negativos que você identificou no trabalho
  - “A última semana antes da entrega acabou sendo a mais corrida para que fosse realizado e completo o trabalho. Algumas etapas poderiam ser antecipadas, de maneira que seja possível completar o trabalho cerca de 2 semanas antes da entrega, para facilitar correções de possíveis erros identificados antes da entrega. Em especial, a entrega dos dados em CD/DVD avisados um dia antes da entrega acabou sendo um problema inesperado, já que esse tipo de mídia não é mais tão usado. A criação de um dropbox ou google drive facilitaria essa etapa.”;
  - “Bugs no software. Prazo apertado, levando em conta outras atividades acadêmicas e disciplinas de graduação. Videos pouco aprofundados. Gostaria de ter explorado mais o QGIS, muito rigoroso em questões que não medem a capacidade dos alunos.”;
  - “Acho que é necessário um Termo de Referência que especifique mais os parâmetros que devem ser adotados para o desenvolvimento do trabalho, como: área considerada para o desmatamento, desapropriações, limpeza etc.”;
  - “No final as atividades se acumularam demais, seria interessante colocar ao longo do semestre no cronograma a realização dos relatórios, pelo menos uma parte deles.”;
  - “A alta dependência da monitoria e do professor para realização do trabalho é disparado o que mais desmotiva a fazer ele. O material de suporte é muito limitado, somos praticamente jogados de cabeça no Saepro, tentando fazer coisas que não sabemos, não temos como aprender sozinhos e a frustração e irritação crescem bastante. Poderia haver uma apostila do Saepro que fosse bem feita, e de fato ensinasse a mexer em cada ferramenta e função do software, ao invés de só dizer como se faz algumas coisinhas exclusivas para a realização do trabalho.”

- Colabore apresentando pontos positivos que você identificou no trabalho
- *“Achei muito interessante a proposta do trabalho, seria bem legal se esse tipo de abordagem fosse utilizada em outras disciplinas. Mesmo sendo uma simplificação clara de um projeto de rodovias real o PPP proporciona uma experiência que ultrapassa o simples conhecimento teórico, fugindo dessa visão de estudo "mais do mesmo". Nos forçamos a colaborar em equipe e aprendemos a visualizar e utilizar o "ponto forte" de cada um. Uma abordagem que promete ser prática e realmente é.”;*
  - *“Retomar aprendizados passados que são EXTREMAMENTE necessários não só para o trabalho, mas também para a carreira de engenheiro, como agilidade e conhecimento de EXCEL, WORD, PDF. ( pacote office)”;*
  - *“ Acho que consegui assimilar muito melhor o conteúdo e entender como que as coisas funcionam na prática!”;*
  - *“ O uso de um software específico para um traçado de uma rodovia facilita muito no desenvolvimento do trabalho. O software gera relatórios e demais dados rapidamente o que possibilitou a elaboração de um trabalho mais completo.”;*
  - *“ Uma excelente preparação para o mundo profissional”;*
  - *“ Apesar de não ser muito fã da área de transportes, fiquei muito satisfeito com o trabalho. E pela primeira vez no curso me senti um projeto de engenheiro, tendo que tomar atitudes, lidando com pessoas, prazos e estresse. Valeu muito a pena. Parabéns.”.*