



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFMG-UFPE

UM INSTRUMENTO PEDAGÓGICO DE INTEGRALIZAÇÃO MULTIDISCIPLINAR DE CONHECIMENTOS NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFMG

Roberto Márcio da Silva – roberto@dees.ufmg.br

Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais

Avenida do Contorno, 842 – 30110-060 – Belo Horizonte – MG

Heloisa Maria Barbosa – helobarb@etg.ufmg.br

***Resumo:** Este trabalho tem por objetivo apresentar a experiência do Trabalho Integrador Multidisciplinar I – TIM I, disciplina integrante do projeto pedagógico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais. O TIM I tem por objetivo geral integrar, complementar, aprimorar e aplicar conhecimentos e conteúdos adquiridos até o 6º período do curso, por parte dos alunos, na formulação de soluções apropriadas para um problema de engenharia civil. A disciplina possui uma dinâmica distinta: os alunos trabalham em equipes sob a orientação de um professor tutor para elaborar uma Proposta de diretrizes de ocupação de uma área urbana. A proposta aborda várias áreas temáticas: estudos populacionais, planejamento físico-territorial, transportes, abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e gerenciamento de resíduos sólidos. Este documento apresenta a dinâmica da disciplina, a metodologia de trabalho e os critérios de avaliação dos alunos nas diversas etapas. Finaliza o artigo a descrição da parceria universidade-empresa realizada no último semestre letivo, que propiciou a integração da teoria com a prática. A formação profissional decorrente desta experiência pedagógica mostra-se muito oportuna e adequada, pois cada vez mais o mercado exige que os novos engenheiros possuam, dentre outros traços fundamentais, mentalidade multidisciplinar e visão multicultural.*

***Palavras-chave:** Integração curricular, Inovações metodológicas, Práticas pedagógicas, Atividade multidisciplinar..*

1. INTRODUÇÃO

O Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da UFMG, em seu atual projeto pedagógico, com vigência a partir de fevereiro de 1998, possui um conjunto de disciplinas com grande caráter inovador. As inovações aí presentes representam avanços significativos na busca por tratar, de forma adequada e motivadora para os estudantes e professores, um conjunto de carências típicas de estruturas curriculares mais tradicionais.

Entre os atuais enfoques do Curso de Engenharia Civil encontram-se as disciplinas denominadas Trabalhos Integralizadores Multidisciplinares (TIMs). Estas disciplinas, em número de três, são oferecidas no 6º, 8º e 10º períodos, respectivamente denominadas TIM I, TIM II e TIM III, tendo caráter de disciplinas obrigatórias e carga horária de 15 horas de tutoria em sala de aula. Nessas disciplinas, os estudantes, reunidos em grupos de até 05 estudantes, devem buscar resolver um problema complexo de engenharia que exige a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas ministradas nos semestres anteriores. O primeiro destes trabalhos que ocorre no 6º período, denominado TIM I, tem por objetivo geral integrar, complementar, aprimorar e aplicar conhecimentos e conteúdos adquiridos até este momento do curso, por parte dos alunos, na formulação de soluções apropriadas para um problema de Engenharia Civil. Neste artigo é apresentado um exemplo de como esta atividade acadêmica tem sido desenvolvida no Curso de Engenharia Civil da UFMG.

2. DINÂMICA DA DISCIPLINA TIM I

A Disciplina TIM I possui uma dinâmica própria, bem diferente das disciplinas tradicionais, sendo oferecida pelo Colegiado do Curso e não pelos Departamentos, como as demais disciplinas. Para a sua operacionalização foi constituída uma Equipe Operacional composta por professores do curso, designada pelo Colegiado, responsável pela elaboração do Termo de Referência contendo todas as informações para os alunos desenvolverem o estudo proposto, isto é, solução de um problema de engenharia.

As turmas são pequenas, com 08, 09 ou 10 estudantes, e cada turma formada por dois grupos de 4 ou 5 estudantes. Cada turma possui um Tutor – professor designado pelos cinco departamentos que compõem o curso de Engenharia Civil. Cada grupo possui um participante da lista de discussão em comum com os Tutores e a Coordenação realizada por um membro da Equipe Operacional. Desta forma, o Colegiado e a Equipe Operacional atuam como cliente, solicitando a elaboração de um trabalho de engenharia civil, o Tutor atua como um consultor e os alunos como uma equipe de engenheiros.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia de trabalho do TIM I é descrita no Termo de Referência elaborado por Nascimento et al (2000) próprio para cada semestre letivo. O tema do TIM I tem sido uma análise retrospectiva do desenvolvimento urbano de uma determinada área do município de Belo Horizonte, usualmente delimitada por uma Bacia Hidrográfica. Esta análise parte do início da ocupação urbana na área, diagnosticando-se os principais problemas resultantes, sobretudo segundo a ótica do Engenheiro Civil e elaborando-se diretrizes de planejamento que, caso tivessem sido adotadas ao longo do desenvolvimento da capital, poderiam ter evitado ou minorado os problemas detectados.

No início de cada semestre um membro da Equipe Operacional realiza uma palestra introdutória para todos os alunos matriculados para apresentação do tema de estudo a ser abordado no semestre e do Termo de Referência.

O Termo de Referência especifica os estudos que deverão ser realizados. Nele, estão definidos os objetivos e o conteúdo dos estudos, os produtos esperados, as normas para sua apresentação e o cronograma de trabalho. São, ainda, relacionadas referências bibliográficas, sugeridas visitas técnicas e listadas as palestras temáticas que serão realizadas ao longo do semestre.

O conteúdo dos estudos e das tarefas necessárias para compor o escopo geral do trabalho foi limitado e simplificado para efeito didático. Em razão das simplificações introduzidas, optou-se por denominar o produto final a ser elaborado de “diretrizes de engenharia para o planejamento urbano”, o que se constitui em uma fase preliminar de planejamento como parte integrante de um “Projeto Urbano”.

Em particular, no capítulo de definição do conteúdo dos estudos, delimitam-se as áreas de estudo e de planejamento e listam-se várias unidades temáticas sobre as quais deverão ser elaborados estudos e gerados produtos. As unidades temáticas abordadas são:

- Meio Físico;
- Estudos Demográficos;
- Planejamento Físico Territorial;
- Sistema de Transportes;
- Abastecimento de Água;
- Esgotamento Sanitário;
- Drenagem de Águas Pluviais; e
- Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos.

Cada uma dessas unidades temáticas, como, por exemplo, “Meio Físico” ou “Sistema de Transportes”, encontra-se subdividida em 4 itens: *contextualização*, *abordagem do problema*, *produtos esperados* e *referências bibliográficas*, apresentados a seguir:

- I. Na *Contextualização*, procura-se chamar a atenção, de forma resumida, para os principais aspectos da unidade temática em foco que têm influência sobre as etapas de estudo, como o diagnóstico ou a elaboração das diretrizes de planejamento.
- II. A *Abordagem do Problema* fornece os elementos básicos e fundamentais a serem necessariamente tratados nos estudos. Os estudantes do TIM I, ou seja, os estudantes regularmente matriculados na disciplina, poderão sempre aprofundar sua análise em aspectos particulares não necessariamente listados na abordagem do problema. Entretanto, eles não deverão deixar de tratar os pontos aí definidos.
- III. Em *Produtos Esperados* listam-se todos os produtos que deverão resultar da abordagem do problema. Esses produtos serão apresentados na forma de relatos escritos, memorial de cálculos, plantas, croquis e mapas.
- IV. As *Referências Bibliográficas* fornecidas estão classificadas em três níveis: obrigatória, complementar e ampliada. Essa classificação traduz possibilidades de diferentes níveis de aprofundamento do problema em foco. A consulta às referências obrigatórias permite a realização dos estudos especificados. O emprego das referências complementar e ampliada possibilita uma melhor compreensão do tema tratado e um maior aprofundamento dos estudos solicitados. São, igualmente, sugeridos vários endereços de páginas de Internet, sempre que pertinentes.

Diversas informações necessárias à realização do estudo são disponibilizadas para o aluno na página da disciplina www.etg.ufmg/tim1, tais como textos didáticos, mapas, dados climatológicos, normas de redação técnica, dentre outros. O desenvolvimento do trabalho implica também em contatos e visitas aos órgãos competentes da administração pública municipal e estadual para a obtenção de dados e informações.

3.1 Desenvolvimento do Estudo

A elaboração das diretrizes de planejamento é permanentemente balizada por um diagnóstico do presente e por uma avaliação histórica das causas de desvios, problemas e erros de previsão e de planejamento que podem explicar problemas urbanos atuais na área de estudo.

Integra a análise acima mencionada a evolução de conhecimento científico e tecnológico em áreas afeitas ao planejamento urbano que implicaram em importantes mudanças de concepção de sistemas urbanos e de gestão das cidades, a ser realizada a partir de uma pesquisa bibliográfica básica sobre fontes previamente indicadas ou fornecidas.

Da mesma forma, aspectos institucionais, legais, econômicos, culturais, políticos podem contribuir para a compreensão do presente da área de planejamento e de influência, e integram o problema; esses aspectos são desenvolvidos por meio de pesquisa bibliográfica básica e de palestras temáticas de profissionais das áreas em foco. As atividades para a realização do trabalho estão apresentadas no Quadro 1.

Durante o semestre cada grupo de aluno é acompanhado pelo seu tutor, cuja função é orientar os alunos na elaboração das diretrizes de projeto. Para tanto o tutor usa os conhecimentos decorrentes de sua formação e a competência específica na sua área de atuação. Como o Termo de Referência aborda várias áreas temáticas, o tutor também é responsável pela orientação do aluno na busca de conhecimentos específicos junto aos demais professores do curso, para também sanar dúvidas sobre temas fora do domínio do tutor. A dinâmica do TIM I exige muitas horas de dedicação do aluno fora da sala de aula, sendo uma grande oportunidade para o aluno desenvolver a capacidade de solucionar problemas a partir da leitura e da pesquisa.

A Disciplina conta com um aluno bolsista – monitor – para dar suporte aos alunos e à Equipe Operacional. Este aluno esclarece dúvidas dos alunos e também é responsável pelo controle de empréstimo e circulação do material de consulta – livros, apostilas e mapas indicados nas referências bibliográficas – que fica à disposição dos alunos.

Quadro 1 – Atividades para a realização do trabalho

Atividade	Descrição
Formulação do problema	Essa etapa é realizada pela Equipe Operacional do TIM I e é descrita detalhadamente no Termo de Referência.
Revisão de bibliografia	Essa etapa possibilita o conhecimento aprofundado do problema. Ela permite a análise histórica do planejamento de urbanização da área da bacia, onde ele existe, e de sua implantação. Ela fornece, igualmente, dados, informações e métodos para a abordagem das diferentes questões pertinentes aos estudos em foco.
Palestras temáticas	Essa etapa é complementar à revisão de bibliografia. As palestras são proferidas por professores da EE da UFMG especialistas sobre os temas em análise ou por técnicos da administração municipal de Belo Horizonte.
Análise e diagnóstico do problema	Trata-se de uma etapa de análise dos dados e informações coletados nas etapas anteriores e de síntese, na forma de diagnóstico.
Estudo de alternativas	A partir desse diagnóstico, os estudantes analisam alternativas de planejamento que, se adotadas no passado, poderiam ter evitado ou minorado os problemas detectados no diagnóstico.
Elaboração das diretrizes para o planejamento	Nessa etapa, os estudantes apresentam suas propostas de diretrizes de planejamento para bacia hidrográfica em questão, acompanhadas das suas

	respectivas justificativas.
Relatório e apresentação oral	Nessa etapa, os estudantes elaboram o relatório e prepararam a apresentação oral do trabalho.

3.2 Estrutura do Relatório Final

O produto final apresentado pelos estudantes deve contemplar texto escrito contendo o relato das etapas do estudo, as memórias de cálculo, planilhas e gráficos, quando for o caso, bem como mapas e croquis. O relatório final deve ser estruturado em capítulos conforme mostrado no Quadro 2. O relatório escrito é uma oportunidade única para o aluno desenvolver a habilidade da escrita técnica, fazendo uso das normas para preparação de textos técnicos.

Quadro 2 – Estrutura do Relatório Final.

Capítulo	Título	Conteúdo
1	Introdução	Descrição dos objetivos e motivações do trabalho. Inclui, igualmente, uma breve apresentação do relatório e um resumo do conteúdo dos capítulos.
2	Análise e diagnóstico do problema	Apresentação dos resultados dos estudos de diagnóstico dos problemas atuais da bacia hidrográfica. Esse capítulo é elaborado a partir dos resultados da etapa “abordagem do problema”.
3	Estudo de alternativas de diretrizes de engenharia	Apresentação dos resultados de estudos de alternativas para o tratamento dos problemas detectados. Esse capítulo é elaborado a partir dos resultados da etapa “abordagem do problema”.
4	Descrição e justificativas das diretrizes propostas	Descrição e justificativa das alternativas e diretrizes de planejamento escolhidas para a bacia hidrográfica.
5	Conclusões	Apresentação das conclusões destacando os resultados obtidos.
6	Referências bibliográficas	Apresentação segundo a norma ABNT NBR-6023.
Anexos		Mapas, croquis, planilhas de cálculo e outros elementos pertinentes.

As palestras temáticas são organizadas pela Equipe Operacional do TIM I. Segundo os objetivos almejados, essas palestras são de dois tipos:

- Especificação metodológica sobre os elementos de planejamento a serem desenvolvidos no trabalho, de forma a assegurar o bom entendimento dos objetivos do estudo, a clareza de conceitos e a perfeita compreensão dos produtos esperados;
- Conhecimentos gerais sobre o contexto de desenvolvimento dos trabalhos, a cargo de especialistas externos à escola, técnicos da administração municipal e de concessionárias de serviços do município em estudo.

A metodologia de desenvolvimento dos trabalhos deve basear-se em uma estratégia de “aproximações sucessivas”, ou seja, uma mesma etapa de trabalho pode ser revista à luz de novas informações e da evolução do estudo.

No Termo de Referência, a definição do conteúdo dos estudos é feita segundo áreas temáticas, por razões de clareza e precisão. Entretanto, os estudantes devem atentar para o fato de

que a elaboração de diretrizes de planejamento exige a adoção de enfoque integrado para o desenvolvimento dos estudos analíticos, prognósticos, concepções e proposições. A realização de estudos isolados por área temática certamente resultará em contradições, incoerências e inconsistências facilmente perceptíveis.

4. AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES

A avaliação dos estudantes ocorre em três etapas. A primeira consiste na apresentação de um relatório parcial sobre o meio físico, os estudos populacionais e o planejamento físico-territorial. Na segunda etapa, cada grupo de alunos apresenta oralmente o trabalho, além da entrega do segundo relatório parcial contemplando o sistema de transportes, o abastecimento de água e o esgotamento sanitário. Esta primeira apresentação oral tem por objetivo proporcionar a apreciação do trabalho pelos demais tutores que participam desta banca examinadora intermediária. Esta atividade é muito proveitosa para os alunos pelas contribuições da banca e por apontar possíveis falhas de concepção de projeto. Isto permite o aprimoramento do trabalho, que está sendo elaborado, antes da sua apresentação final à banca examinadora. Esta atividade tem sido realizada durante o horário designado para a disciplina.

Na terceira etapa todos os grupos fazem uma apresentação oral e pública dos trabalhos desenvolvidos durante o semestre. A avaliação da apresentação oral e do Relatório Final é feita por uma banca examinadora composta pelo tutor do grupo em avaliação, por um professor do curso e por um membro externo à Escola de Engenharia da UFMG. O membro externo pode ser um professor da UFMG ou de outra universidade, ou um profissional do mercado atuante na área de Engenharia Urbana.

Os estudantes são também avaliados individualmente pelo professor tutor, ao longo do semestre letivo, quanto aos quesitos: Assiduidade, Pontualidade, Interesse Participação e Cumprimento de metas. O Quadro 3 apresenta os critérios de avaliação adotados nas três etapas mencionadas, bem como na avaliação individual.

4.1 Avaliação do Relatório Final

Os relatórios finais são entregues pelos grupos à Equipe Operacional, que os distribuem aos membros das bancas examinadoras para avaliação. A defesa pública dos trabalhos ocorre em um seminário organizado pela Equipe Operacional. Neste seminário cada grupo faz apresentação oral do trabalho, com duração mínima de 25 e máxima de 30 minutos; em seguida ocorre a arguição de todos os membros do grupo pela banca examinadora, com duração total de 30 minutos; e finalmente a banca examinadora delibera sobre as notas atribuídas ao relatório e à defesa oral.

Conforme mostrado no Quadro 3 para o relatório escrito são adotados os seguintes critérios: apresentação, estrutura e organização do texto, clareza e síntese de redação, qualidade da apresentação de gráficos e mapas, correção gramatical e avaliação de conteúdo, compreendendo: atendimento ao edital, articulação e integração temática, análise, argumentação e justificativas, criatividade.

Na apresentação são observados os seguintes critérios: respeito ao tempo, estrutura e organização da apresentação, clareza, objetividade e síntese, qualidade de apresentação das figuras, dos gráficos e dos mapas. Os critérios de avaliação da arguição oral são: conteúdo da resposta e clareza, objetividade e síntese. As apresentações intermediária e final é também uma preparação para a vida profissional no que se refere à seleção de conteúdo – figuras, texto e

tabelas – ao preparo de justificativas e argumentação, ao dimensionamento do tempo, ao treinamento da postura.

Quadro 3 – Critérios de Avaliação

Avaliações		Critérios	Pontos
1ª. Avaliação Parcial	Relatório escrito	Articulação/integração temática Análise, argumentação	15
2ª. Avaliação Parcial	Relatório escrito	Articulação/integração temática Análise, argumentação	15
	Apresentação Oral	Respeito ao tempo Estrutura/organização Clareza, objetividade e síntese Qualidade de figuras, gráficos e mapas	10
Avaliação Individual		Assiduidade; Pontualidade Interesse; Participação Cumprimento de metas	10
Banca Examinadora	Relatório Escrito	Apresentação Estrutura e organização do texto Clareza e síntese de redação Qualidade de gráficos e mapas Correção gramatical Atendimento ao edital Articulação/integração temática Análise/ argumentação/ justificativas Criatividade	25
	Apresentação	Respeito ao tempo Estrutura/organização Clareza, objetividade e síntese Qualidade de figuras, gráficos e mapas	10
	Argüição	Conteúdo da resposta Clareza, objetividade e síntese	15
TOTAL			100

5. A PARCERIA UNIVERSIDADE – EMPRESA – um estudo de caso

Com o objetivo de dar mais motivação aos alunos, estudando um empreendimento de engenharia em fase de implantação, no segundo semestre de 2004 o tema do TIM I foi idealizado numa parceria da Escola de Engenharia da UFMG com a Construtora Norberto Odebrecht. Esta parceria concretizou-se pela utilização de uma área de propriedade da Odebrecht – Vale dos Cristais – situada no município de Nova Lima na Região Metropolitana de Belo Horizonte como tema de estudo para os estudantes da disciplina naquele semestre. O Vale dos Cristais é um grande empreendimento imobiliário, numa região explorada por bandeirantes no passado, com 06 milhões de m². O projeto a ser desenvolvido prevê a construção de um novo bairro na região.

Utilizando apenas 30% do terreno, a Odebrecht construirá a infra-estrutura básica de 537 lotes, um centro comercial, 12 condomínios de prédios e uma escola (Odebrecht Informa, 2005).

Como resultado da parceria, o problema de engenharia proposto aos estudantes foi elaborar uma proposta de diretrizes básicas de engenharia para o planejamento urbano da área de expansão urbana situada no município de Nova Lima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, na área compreendida pela bacia hidrográfica do ribeirão dos Cristais no trecho a montante da área urbana da cidade de Nova Lima. Como o empreendimento já estava em fase de implantação foi exigida, no Termo de Referência, uma solução diferente daquela adotada pela Odebrecht.

A parceria consolidou-se com o fornecimento de informações básicas – mapas, levantamentos, dados climatológicos – para a realização dos estudos descritos no próximo item. Neste caso específico, não foi realizada uma retrospectiva histórica, pois a área não estava ocupada. No entanto, propiciou a elaboração de um diagnóstico ambiental detalhado uma vez que a região passou por poucas intervenções humanas.

A atuação da equipe técnica da Odebrecht foi decisiva nesta parceria recebendo e acompanhando os grupos de alunos durante a visita técnica obrigatória ao Vale dos Cristais, além de se prontificar a esclarecer dúvidas dos estudantes. Destaca-se também a participação de seus técnicos como membros externos nas bancas examinadoras de final de semestre, fundamental para a avaliação dos alunos.

5.1 Estudos Realizados

Sendo o objeto de estudo a região compreendida pela bacia hidrográfica do ribeirão dos Cristais no trecho a montante da área urbana da cidade de Nova Lima, desta forma, a área de estudo correspondeu aos Municípios de Belo Horizonte e Nova Lima, com destaque para a bacia hidrográfica do ribeirão dos Cristais. A área de planejamento adotada engloba terras somente do município de Nova Lima, abrangendo 587,5 hectares. Esta área compreende terras situadas em sua maior parte, cerca de 95% dentro do perímetro urbano de Nova Lima, e em pequena extensão, cerca de 5% da área, na Zona de Expansão Metropolitana do município.

Os estudantes tiveram como objetivo geral prever a ocupação dessa bacia como uma nova área de expansão urbana, preservando os preceitos e as exigências legais características de uma expansão urbana para o município de Nova Lima. A população limite superior para essa área não se encontrava fixada a priori e foi objeto de análise e definição pelos estudantes da disciplina TIM I. Além disso, deveria ser também considerada a definição da área diretamente afetada e de seu entorno para o meio antrópico que abrange, além da área de planejamento, as ocupações vizinhas a esta, constituídas por vários bairros e condomínios: Vila da Serra, Vale do Sereno, Vila Castela, Village Terrasse, Vila Del Rei, Ville de Montagne e Ouro Velho Mansões. Na avaliação dos aspectos demográficos e de fluxo de tráfego de veículos, os estudantes deveriam considerar os loteamentos situados no município de Nova Lima e nos municípios vizinhos, bem como as principais vias de trânsito na região.

Para efeito da elaboração do Diagnóstico Ambiental da área de planejamento os estudantes tiveram que descrever e caracterizar os meios físico, biótico e antrópico. Para realizar o diagnóstico os estudantes consultaram a bibliografia, mapas e plantas disponíveis da área. Numa etapa seguinte realizaram visitas técnicas para reconhecimento do local, possibilitando uma avaliação prévia das questões ambientais mais significativas e suas implicações. A observação do local, a elaboração de notas de campo e croquis, a organização de um arquivo fotográfico e outras atividades possibilitaram caracterizá-la nos termos requeridos pelos produtos esperados.

A descrição do meio físico da área diretamente afetada com um maior detalhamento sobre a bacia hidrográfica do ribeirão dos Cristais envolveu os seguintes aspectos: geologia, hidrogeologia, relevo, solos, hidrografia e clima. Foram estabelecidos critérios para a definição das áreas de restrição construtiva tendo em vista riscos de deslizamento de encostas (tipo de solo, declividade de terrenos, processos erosivos) ou inundáveis (planícies de inundação). Da mesma forma foram descritos os meios: biótico, com ênfase nos seguintes aspectos: paisagem (áreas de proteção, unidades de conservação), vegetação, fauna, qualidade das águas; e antrópico com ênfase nos seguintes aspectos: econômicos; indicadores socioeconômicos; infra-estrutura de serviços públicos (abastecimento de água, esgoto, limpeza urbana, saúde, educação, estrutura administrativa do município). Um dos produtos desta etapa consistiu na definição, sobre mapa básico da área de estudo (mapa digitalizado), as áreas de restrição para ocupação urbana tendo em vista os impactos que poderiam ser causados aos meios físico, biótico e antrópico.

Para a elaboração das premissas e diretrizes para o uso e ocupação da área de planejamento foi necessário definir e justificar a vocação econômica predominante, bem como estabelecer diretrizes básicas de planejamento para o controle do crescimento populacional da área de planejamento, de forma que essa atingisse a população limite superior previamente estabelecida e apresentar em mapa básico digitalizado a proposta de zoneamento e uso do solo. Nesta etapa foram estabelecidas diretrizes básicas de planejamento definindo a morfologia do espaço urbano, os usos do solo, o escalonamento urbano e a infra-estrutura de equipamentos públicos e privados para a área de planejamento.

A população de saturação da área loteada foi estimada tendo por base o planejamento físico-territorial proposto e as densidades médias de ocupação previstas em cada área de zoneamento. Foram adotados três cenários de ocupação: (a) ocupação lenta; (b) ocupação intermediária; (c) ocupação rápida, com as três formas de ocupação convergindo para a ocupação de saturação.

As diretrizes para o sistema de transportes para atender a área de planejamento foram elaboradas com um nível de definição suficiente para subsidiar a elaboração dos projetos executivos do sistema de transporte, contemplando a questão da segurança viária, e considerando os seguintes itens: esboço do sistema viário de acesso e interno à área de planejamento; articulação do sistema viário de acesso com o sistema interno, com lançamento em mapa; hierarquização das vias do sistema interno; circulação viária interna (rede básica, seções tipo; tipos de revestimentos/pavimentos); transporte não motorizado (modos, rede básica, áreas de atendimento, equipamentos específicos etc.); diretrizes para o transporte público e privado de passageiros; e transporte de carga; (matriz modal, áreas de atendimento, localização de rotas principais e de equipamentos específicos, etc.).

Com relação ao abastecimento de água foi realizada a previsão da demanda anual de água para a área de planejamento, ao longo dos 20 anos após o início da ocupação do terreno e o estabelecimento de uma curva de demanda de água ao longo desse tempo. Para atender a área de planejamento foi escolhido o(s) manancial(is) com base na vazão outorgável e na qualidade da água. Foi apresentado em planta o leiaute do sistema de abastecimento de água, com indicação das principais unidades que compõem o sistema (manancial, captação, linhas adutoras, estações elevatórias, estação de tratamento de água e reservatórios) e das características das linhas adutoras de água (extensão e diâmetro).

O estudo do esgotamento sanitário compreendeu a previsão da geração de esgotos e a respectiva curva de geração de esgotos (vazão) ao longo do tempo, entre o início da ocupação da área e a data de alcance da população de saturação, na área de planejamento. Foram apresentadas estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes fecais (termotolerantes) ao longo dos anos, decorrentes dos esgotos sanitários sem tratamento e com tratamento que chegam ao curso d'água. A adoção de sistema de esgotamento individual ou coletivo foi justificada e comparadas as alternativas de tratamento local dos esgotos (na bacia), ou centralizado. Os estudantes também estipularam critérios de escolha da área (alternativas locais) e de alternativas para o tratamento dos esgotos oriundos da bacia. No caso de tratamento local, foi efetuado um estudo de impacto do lançamento dos esgotos

no corpo d'água (estudo de diluição), verificando o atendimento à legislação. No caso de tratamento centralizado, verificou-se o impacto do aporte destes esgotos na ETE principal, em função de sua atual capacidade. O Termo de Referência determinava também a apresentação em planta do leiaute do sistema de esgotamento sanitário, com indicação do traçado dos interceptores principais e da(s) estação(ões) de tratamento de esgotos, bem como a discussão sobre as alternativas para o aproveitamento/disposição final do lodo gerado no sistema de tratamento de esgotos.

No tocante à drenagem de águas pluviais foram solicitadas diretrizes para o controle de escoamentos na fonte, adotando-se soluções para favorecer o armazenamento, a infiltração e a percolação, ou a jusante, adotando-se bacias de detenção, e diretrizes para o tratamento de fundos de vale. Para ilustrar as diretrizes propostas foram apresentados os seguintes croquis: um lote típico destinado à ocupação residencial unifamiliar adotando uma solução de controle de escoamento na fonte (plano de infiltração, reservatório, trincheira, ou outro); uma concepção alternativa para tratamento de fundo de vale do córrego dos Cristais ou um de seus afluentes e a indicação no mapa básico, do traçado das principais avenidas sanitárias, com especificação da solução adotada para o tratamento de fundo de vale.

As diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos contemplaram, com base nos resultados dos estudos demográficos: a estimativa da produção de lixo e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza urbana; planilha com estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos classificados em (i) total, (ii) reciclado, (iii) compostado e (iv) aterrado; formas de coleta e transporte dos resíduos, incorporando conceitos de minimização na fonte, visando ao conceito de gerenciamento sustentável; formas de abordagem de aproximação com a população (percepção); escolha de um setor da área de planejamento e elaborar em planta os setores de varrição, coleta e itinerários da frota; planta de situação do(s) destino(s) final(is) dos resíduos sólidos, indicando o itinerário entre o setor da área de planejamento escolhido e um dos destinos finais ou o destino final, conforme o caso.

5.2 Condução dos Trabalhos

Os trabalhos foram conduzidos seguindo a dinâmica usual da disciplina TIM I descrita anteriormente. Neste semestre foram formados 14 grupos de até cinco alunos, orientados por uma equipe de sete professores tutores do curso de Engenharia Civil de diversas áreas de atuação, a saber: transportes, planejamento urbano, recursos hídricos, materiais de construção, gerenciamento de resíduos sólidos, estruturas e esgotamento sanitário.

A sistemática de avaliação adotada foi aquela descrita no Quadro 3. A Banca Examinadora foi composta por três membros: um profissional da Odebrecht que atua no Empreendimento do Vale dos Cristais, um professor do curso de Engenharia Civil da UFMG e o professor tutor do grupo.

5.3 Premiação e Repercussão na Mídia

A parceria universidade-empresa viabilizou neste semestre a premiação do melhor trabalho, premiação esta oferecida pela Diretoria do Empreendimento Vale dos Cristais. Isto, sem dúvida, proporcionou uma motivação extra para os alunos no que se referiu à elaboração da Proposta de Ocupação do Vale dos Cristais. Ao longo do semestre os grupos se esmeraram na preparação dos relatórios, alguns deles trabalhando sob sigilo para não divulgar a proposta de uso e ocupação da área, mantendo, assim, o caráter de originalidade de cada proposta/idéia.

Após a realização das bancas examinadoras, a Coordenação da disciplina, com base nas notas computadas pelos tutores procedeu a uma primeira seleção dos melhores trabalhos por meio da nota global dos grupos de modo a ter nesta lista, pelo menos um grupo de cada tutor. Perfazendo assim, sete grupos pré-selecionados para concorrer ao prêmio. No semestre em questão havia 14 grupos de até cinco alunos, sendo então, sete professores tutores.

A seleção final foi feita pela Equipe Operacional, que observou mais atentamente os trabalhos já avaliados pelos tutores e pelas bancas. Na escolha do melhor trabalho foi decisiva a originalidade da proposta, isto é, uma ocupação diferenciada daquela que está sendo implementada pela Odebrecht.

O prêmio concedido ao grupo vencedor foi uma visita técnica ao Consórcio Capim Branco – projeto de construção de duas hidrelétricas no Rio Araguari, interior de Minas Gerais, sob responsabilidade da Odebrecht, realizada em março de 2005. Acompanharam o grupo de cinco alunos, três professores da Equipe Operacional das disciplinas TIM. Na primeira etapa da visita a Equipe da UFMG assistiu à apresentação do Complexo Capim Branco, proferida pelos engenheiros responsáveis pela administração do Consórcio. A segunda etapa foi a visita às obras de Capim Branco I e II assistida pelos engenheiros responsáveis, que prestaram os esclarecimentos sobre as etapas e cada uma das unidades da obra: vertedouro, túnel adutor, câmara de carga, tomada de água, casa de força. A visita foi objeto de reportagem na revista Odebrecht Informa publicada em maio de 2005.

O trabalho de parceria também ganhou destaque na mídia pela sua grande importância para a integralização de conhecimentos de engenharia, abordagem inovadora do projeto pedagógico do curso de Engenharia Civil da UFMG, bem como pela integração acadêmica com a prática da engenharia. Em maio deste ano, o grupo de alunos foi entrevistado por repórter do “Estado de Minas”, jornal de maior circulação no Estado. Nesta ocasião os alunos puderam expor opiniões sobre a visão integrada das diversas áreas de conhecimento do curso de engenharia, a motivação para realização do TIM I e a importância do prêmio recebido na sua formação profissional. Recentemente, o grupo vencedor do prêmio foi também entrevistado pela TV UFMG para expor a experiência acadêmica e prática adquirida com o TIM I.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atingir o objetivo de uma disciplina de integralização de conteúdos, que deve ter um caráter inovador e atuar como um instrumento pedagógico, a Equipe Operacional vislumbrou o tema engenharia urbana como uma abordagem adequada para integralizar os conhecimentos, até então compartimentados, que são fornecidos para os alunos ao longo do curso de Engenharia Civil.

A metodologia de trabalho prevista no Termo de Referência do TIM I exige que os diversos temas sejam analisados e tratados de forma conjunta. Desta forma, não é possível que os estudos demográficos, definindo a população de saturação da área de planejamento, sejam realizados separadamente do planejamento físico-territorial. De maneira análoga, os demais estudos devem atender àquilo que foi proposto nos estudos anteriormente mencionados. Assim, o sistema de transportes, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a drenagem de águas pluviais e o gerenciamento de resíduos sólidos devem, necessariamente, suprir as necessidades da população de projeto e sua distribuição no espaço fixada pelos estudantes da disciplina. Esta abordagem de temas de maneira integrada permite que o objetivo geral da disciplina seja atingido, isto é, integrar, complementar, aprimorar e aplicar conhecimentos e conteúdos adquiridos até o 6^o período do curso, por parte dos alunos, na formulação de uma solução apropriada para o

problema de engenharia proposto. Além disto, esta atividade acadêmica tem servido como instrumento de avaliação global, por parte do Colegiado do Curso, das habilidades, competências e atitudes adquiridas pelos alunos até esse momento, em consonância com o perfil do profissional definido no projeto pedagógico.

Ao fixar para o TIM I o estudo de uma área de expansão urbana centrada em uma bacia hidrográfica, a Equipe Operacional cria para os estudantes da disciplina, a oportunidade de contribuir em temas e debates da atualidade sobre questões fundamentais de planejamento. Uma dessas questões coloca-se em razão da escolha de uma unidade espacial de planejamento delimitada por parâmetros físicos bem definidos que materializam a bacia hidrográfica, e não por outros, muitas vezes preponderantes nesse domínio, como os relacionados com a história de ocupação de uma área, sua vocação econômica, manifestações de interesse político etc.

A experiência do TIM I tem despertado interesse de outras instituições de ensino superior pelo seu caráter inovador. Os profissionais que têm participado das bancas de avaliação, têm destacado a importância do aspecto integralizador da disciplina, a atualidade do tema e a sua contribuição na formação de um profissional generalista, empreendedor e com visão multidisciplinar. A experiência traz um retorno positivo à Escola de Engenharia da UFMG e aos alunos aqui formados, pois cada vez mais o mercado exige que os novos engenheiros possuam, dentre outros traços fundamentais, mentalidade multidisciplinar e visão multicultural.

7. REFERÊNCIAS

CHERNICHARO, C.A.L. et al (1997) **Projeto de Modernização Curricular do Curso de Engenharia Civil da UFMG**

CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT (2005) Teoria e Prática no Canteiro. In Revista **ODEBRECHT Informa** No. 118, Ano XXXII, maio/junho. Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, N.O. et al (2000). **Propostas de Diretrizes de Engenharia para o Planejamento Urbano da Nova Capital do Estado de Minas Gerais**. Termo de Referência. Colegiado Didático do Curso de Engenharia Civil. UFMG. Belo Horizonte.

***Abstract:** This document aims at presenting the experience of the Civil Engineering Course of Federal University of Minas Gerais while implementing TIM – Multidisciplinary Integrated Project – a subject which is part of the pedagogical project of the Course. TIM’s broad objectives are to integrate, complement, improve, and apply the knowledge and contents acquired by the students up to the third term, in order to provide appropriated solutions to a civil engineering problem. A team of students works under the supervision of a senior lecturer in order to elaborate a proposal of urban planning policies. This proposal has several approaches: demographic studies, urban planning, transportation, water supply, sewage, urban drainage and solid waste management. This paper presents the subject dynamics, project methodology and student’s evaluation criteria according to the various work stages. It ends with the description of the partnership university-company which has allowed theory and practice integration. The professional education resulting from this pedagogical experience seems to be very convenient and suitable as the market, more and more, requires from recent engineers, besides fundamental skills, multidisciplinary mentality and multicultural vision.*