

## AS PRÁTICAS DE ENGENHARIA E SUA CONTRIBUIÇÃO NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

**João Virgílio Merighi** – [engcivil.upm@mackenzie.com.br](mailto:engcivil.upm@mackenzie.com.br)

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil  
Rua da Consolação, 896 – Prédio 6  
01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

**Roque Theophilo Júnior** - [roque@mackenzie.com.br](mailto:roque@mackenzie.com.br)

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia  
Rua da Consolação, 896 – Prédio 6  
01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

***Resumo:** De maneira geral, as grades curriculares do ensino de Engenharia Civil carregam uma forte composição de aulas teóricas acompanhadas de exercícios, laboratório e projetos que visam desde complementar todo embasamento que sustenta a tecnologia até sua aplicação em termos de projetos realísticos que procuram envolver o dia-a-dia da técnica.*

*Mesmo assim, observa-se no questionamento dos egressos, que tem faltado algo que possa dar-lhes um pouco de vivência e amadurecimento do conhecimento absorvido*

*Ainda que as disciplinas de projeto procurem dar uma realidade e um grau de dificuldade ao acadêmico para que reflita na vida prática e ele tenha que optar pelo caminho a tomar a partir de uma matriz de decisões, ainda assim, observa-se a falta de prática de como lidar com o problema.*

*Dentro desse contexto, a Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie implantou a disciplina Práticas de Engenharia, que é lecionada nos dois últimos semestres letivos de um total de dez semestres.*

***Palavras-chave:** Engenharia Civil, profissão, prática, ensino.*

### 1. INTRODUÇÃO

A engenharia vem sofrendo anualmente uma evolução de conceitos em escala exponencial. Ainda que a estrutura seja a mesma de longas décadas, onde se estuda a mecânica clássica, a física secular e o cálculo cujos conceitos básicos remontam os séculos XVIII e XIX, a tecnologia muda quase que diariamente. Novos materiais, novas tecnologias, equipamentos, testes etc são lançados num turbilhamento de informações o que torna cada vez mais difícil assimilá-los em sua íntegra, mesmo para os especialistas.

Embora as grades curriculares do ensino de Engenharia Civil estejam carregadas de uma forte composição de aulas teóricas acompanhadas de exercícios, laboratório e projetos que visam desde complementar todo embasamento que sustenta a tecnologia até sua aplicação em termos de projetos realísticos que procuram envolver o dia-a-dia da técnica, mesmo assim os egressos têm reclamado, ao comparar a prática vivida na engenharia e aquela ensinada em sala de aula, que tem faltado algo que possa dar-lhes um pouco de vivência e amadurecimento do conhecimento absorvido.

Ainda que as disciplinas de projeto procurem dar uma realidade e um grau de dificuldade ao acadêmico para que reflita na vida prática e ele tenha que optar pelo caminho a tomar a partir de uma matriz de decisões, ainda assim, observa-se a falta de prática de como lidar com o problema.

Deve-se salientar que a vivência do acadêmico dentro de um projeto que está sendo pela primeira vez, está limitada a uma condição de contorno e a um grau de dificuldade que nem sempre corresponde à realidade.

Procurando amenizar esse contexto, a Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (EEUPM) implantou a disciplina Práticas de Engenharia, ministrada nos dois últimos semestres do curso de engenharia civil e que tem por objetivo a prática de engenharia por parte do acadêmico, além de apresentar uma oportunidade ao fechamento do curso, uma vez que envolve todas as disciplinas que compõem o curso.

Condicionada a um sistema de pré-requisitos que possibilita a sua matrícula somente aos acadêmicos que tenham cursado pelo menos 75% das disciplinas, lembrando que o aluno que esteja regularmente matriculado, sem dependência de disciplinas, poderá no máximo ter cursado 80% da grade curricular, as Práticas de Engenharia foi concebida buscando a condição de aproximação tanto com a vida do profissional de engenharia como dos principais condicionantes que retratam as sociedades modernas.

Assim, este trabalho relata a implantação dessa disciplina bem como os primeiros resultados após a formação de três turmas de engenheiros.

## **2. UMA GRADE TRADICIONAL EM TERMOS DE ENGENHARIA**

A grade do curso de Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie é composta de 10 semestres letivos sendo os 8 primeiros semestres desenvolvidos no período diurno e tanto o nono como o décimo semestre letivo (último ano) tem sua carga horária predominantemente à noite, objetivando a introdução do acadêmico no mercado de trabalho através de estágios supervisionados

Em termos de conhecimento, procura-se trabalhar o acadêmico nas seguintes áreas básicas:

- a) Construção civil propriamente dita, onde se concentra esforços na construção civil de edifícios;
- b) Topografia que serve de ferramenta para todas as áreas da engenharia civil;
- c) Águas, quer a obtenção e tratamento para uso, quer o tratamento e destino final após ser utilizada nas comunidades;
- d) Geotecnia como área básica para todas as outras pois sempre uma construção estará apoiada sobre um assentamento geotécnico;
- e) Estruturas de madeira, aço e concreto;
- f) Transportes nas diversas modalidades e a construção dos respectivos equipamentos sociais.

Em termos de carga horária, o curso é concentrado em dez semestres letivos com 22 semanas letivas por semestre e a carga horária média de 30 créditos/semestre como pode ser visto na tabela 1. A tabela 2 apresenta uma visão da distribuição da carga horária em relação às disciplinas de propedêutica de engenharia, disciplinas de cunho generalista, disciplinas profissionalizantes e aquelas tidas como práticas onde preponderam as aulas de laboratórios e projetos. Em termos de carga horária, cada crédito corresponde a 50 minutos/semana de hora aula.

## **3. UMA REFLEXÃO SOBRE O DESEMPENHO DO RECÉM FORMADO NO MERCADO DE TRABALHO**

No panorama geral das engenharias civil, observa-se que a grade curricular da EEUPM representa uma grade clássica similar a de muitas outras escolas.

A regra básica consiste em um volume grande de informações de como se projeta, se constrói e em algumas áreas, de como se faz a manutenção.

A rotina consiste em aulas de teoria, projetos e laboratórios onde se realizam ensaios para avaliar o desempenho dos materiais.

No entanto, no dia-a-dia da engenharia observa-se dois componentes pouco explorados nas academias: tempo e custos.

A leitura de centenas de relatórios de estágios coloca o dirigente da Escola de Engenharia numa situação de reflexão diante da constante frase: na prática a engenharia é um pouco diferente daquilo que foi ensinado na Escola. E, o que lá “fora” tem de diferente do apresentado na sala de aula não é possível abordar?

As motivações e os percalços do cotidiano que tem suas limitações para ser discutido. (não entendi)

Após inúmeras entrevistas com acadêmicos que estão estagiando e, com os professores que estão em contato diário com a engenharia, surge um componente que pode dar ao formando em engenharia um pouco mais de estrutura emocional para suportar os percalços da engenharia nos primeiros anos de formado.

Fundamentado nessas avaliações, foram criadas duas disciplinas denominadas Práticas de Engenharia I e II para serem ministrada aos alunos do quinto ano de Engenharia Civil.

Busca-se nesse tempo o convívio com professores que possuem considerável experiência profissional, para enriquecer o conhecimento do acadêmico de alguns problemas típicos que eles irão defrontar no dia-a-dia após a formatura e, deixá-los que vivenciem a solução, gerenciando o seu processo.

A estrutura das disciplinas profissionalizantes consiste de duas a quatro aulas expositivas sobre a teoria e mais duas aulas de projetos onde procura-se simular os principais tópicos relacionados ao desenvolvimento de um projeto que possibilitem ao educando uma familiarização com os saberes envolvidos.

A tabela 1 apresenta a composição das diversas áreas de formação do curso de Engenharia Civil

Tabela 1 – Carga horária de teoria, prática e total de cada área de formação da Engenharia Civil

<b>CURSO DE ENGENHARIA CIVIL</b>			
<b>ÁREA DE FORMAÇÃO</b>	<b>TEÓRICA</b>	<b>PRÁTICA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>BÁSICA</b>	11,4%	12,1%	23,5%
<b>GERAL</b>	4,7%	1,6%	6,3%
<b>PROFISSIONAL GERAL</b>	9,1%	3,3%	12,4%
<b>PROFISSIONAL ESPECÍFICA</b>	29,6%	28,2%	57,8%
<b>TOTAL</b>	54,8%	45,2%	100%

Algumas reflexões e críticas devem ser feitas sobre essa sistemática que ocorre nas Escolas de Engenharia do nosso planeta não sendo portanto, uma situação isolada:

O acadêmico está tendo contato pela primeira vez com o problema para o qual ele está sendo treinado a resolver. Assim sendo a praxe é fornecer algumas condições de contorno e alguns parâmetros de projeto. As soluções são direcionadas para que se termine o projeto num espaço de tempo determinado que atenda ao calendário acadêmico estipulado.

Simultaneamente, o acadêmico está voltado para informações totalmente diferentes. Um exemplo é que ele está fazendo um projeto de estação de tratamento de águas e ao mesmo tempo, um

projeto de laje pretendida, ou seja, com tantas informações, não é possível ao educando assimilá-las e quando o consegue, possui um cabedal de conhecimento genérico e teórico.

Para melhor ilustrar o que acontece pode-se fazer a seguinte pergunta: Como você se sentiria ao sentar-se na poltrona do avião e no momento do taxiamento, a aeromoça após fazer todas as demonstrações de praxe, congratulasse os passageiros por estarem fazendo o primeiro vôo com o piloto que acabava de se formar na escola e que até então somente havia feito simulação de vôo em computador?

Pois bem, a reflexão sobre o tipo de profissional que se forma e está “apto” a exercer em plenitude a profissão, de acordo com as resoluções do sistema CREA/CONFEA, em termos de projetar, construir, gerenciar etc., construções sem limites de porte e responsabilidade civil, coloca os dirigentes das Escolas de Engenharia numa posição delicada perante a sociedade.

Conforme preconiza o CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (1966) através da Lei Federal N. 5.194 de 24 de dezembro de 1966, que em seu Art.28, capítulo IV (CREA, 1985) são estabelecidas as competências do engenheiro civil ou seja, que o mesmo está habilitado na elaboração de projetos, fiscalização, consultoria ou execução, bem como no desenvolvimento de atividades de planejamento e administração de empreendimentos voltados para a Engenharia Civil, conforme preconiza o CREA. O profissional deve apresentar capacidade de tomar decisões, desenvolvendo um espírito crítico que lhe possibilite apresentar propostas para a solução de problemas teóricos e práticos, fundamentando-se em conceitos assimilados, seja ao longo da graduação, seja através de processo de educação continuada, ou ainda, através de situações do dia a dia em seu campo de atuação.

Será que os novos engenheiros estarão de fato aptos a exercerem a profissão ou terão que nos primeiros anos de formados trabalharem sob a tutela de um sistema gerencial humano denominados de professores orientadores de estágio?

Será que de fato a sociedade pode confiar que os recém formados nas escolas de engenharia estão aptos a buscar a melhor solução de engenharia envolvendo tecnologia, economia etc, ou o novo engenheiro irá aprender na prática, às custas de elevados montantes financeiros despendidos e quicã de vidas humanas?

Explorando um pouco mais a questão da habilitação ou como querem outros em inglês “to be able” em uma atividade, far-se-á agora, como exemplo, uma análise dos conteúdos desenvolvidos na disciplina “Estradas”. Em particular o dimensionamento da estrutura de uma via que, na prática representa um custo de no mínimo 50% de uma obra viária, o que significa algo em torno de US\$200.0000 por km (MERIGHI, 2000) . Nesse exercício mental, será considerada uma estrada de 10 km de extensão. Nesse caso, o custo da estrutura seria de 2 milhões de dólares.

Ainda fazendo suposições de que todas as escolas de engenharia dêem ao acadêmico subsídios para que ele possa estar atualizado tanto na parte técnica como com na sua aplicação e que o recém formado utiliza o que aprendeu nos bancos escolares, certamente ele terá aprendido o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis de acordo com o procedimento do antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), atual DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes).

Ao utilizar este método poderá estar comentendo uma sucessão de erros na estrutura projetada e sua vida útil poderá ser reduzida para poucos meses. Onde ele errou?

Ele errou porque não fez nenhuma análise dos materiais de fundação à luz da metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical) (NOGAMI E VILLIBOR, 1995) referente ao comportamento mecânico e hídrico dos solos tropicais. Na estrutura do pavimento não fez nenhuma análise do comportamento reológico e quanto à fadiga dos diversos materiais que compõem a estrutura viária, não fez nenhuma análise quanto ao projeto da mistura asfáltica e finalmente, nada poderá

dizer quanto a questão da hidroplanagem, aderência pneu/pavimento, ruído pneu/pavimento. Então se recai sobre a questão inicial que é: Quem vai pagar a conta?

A reflexão induz uma nova pergunta. Por que tudo isso não é ensinado nas escolas? Como reposta tem-se que o volume de informação é muito grande e para que se pudesse abranger toda essa complexidade, talvez fosse necessário mudar a duração do curso para 6 ou 7 anos, o que é um contracenso em termos de opinião já formada pelos dirigentes educacionais que militam no Poder Público Federal, que afirmam que é necessário reduzir os cursos para 3600 horas.

Essa reflexão quanto à habilitação da profissão é muito complexa e a sociedade necessita de uma resposta rápida e pragmática. Diante de tal fato, a Escola de Engenharia da UPM propôs a criação de uma disciplina a ser ministrada ao longo de dois semestres letivos denominada Práticas de Engenharia onde procura-se, após o acadêmico ter tido contato com os ensinamentos dos conteúdos da formação profissional, que ele possa enfrentar os problemas reais e discutir soluções mais condizentes com a prática cotidiana da profissão.

#### **4. A DISCIPLINA PRÁTICAS DE ENGENHARIA**

Concebida para ser lecionada nas nona e décimas etapas, com uma carga horária semanal de 2 horas/aula e com no máximo 25 alunos por turma, apresenta a seguinte estrutura:

- a) São apresentados 16 problemas práticos sendo 8 por semestre;
- b) O curso foi inicialmente dividido em 10 áreas de conhecimento do engenheiro civil, a saber;
  - i. Estruturas de concreto armado;
  - ii. Estruturas de aço e madeira, grandes estruturas (pontes, concreto protendido);
  - iii. Projeto e construção de edifícios; instalações elétricas, hidráulicas, ar condicionado, elevadores, gas e escadas rolantes;
  - iv. Dosagem de concreto;
  - v. Restauração de edifícios
  - vi. Construção, manutenção e reabilitação de estradas;
  - vii. Fundações para edifícios;
  - viii. Tratamento de água;
  - ix. Despejos
  - x. Planejamento e controle das construções.
- c) Cada problema prático envolve os seguintes tópicos de formação geral:
  - i. Relevância social e suas consequências;
  - ii. Soluções usuais;
  - iii. Custos, tempos;
  - iv. Problemas legais associados;
  - v. Contratos e suas nuances;
  - vi. Planejamento do serviço
- d) Os temas/problemas são apresentados no início do semestre e o acadêmico é induzido a procurar as soluções, no mínimo duas, atentando para o item “c”;
- e) Antecedendo de uma semana a discussão de cada problema, os acadêmicos assistem a uma palestra sobre o tema apresentada por profissionais da área que são convidados. Quando possível, são convidados outros profissionais que não lecionam na Escola, para que os seja apresentada uma abordagem diferente aos acadêmicos. Dentro das possibilidades, a palestra muitas vezes é substituída por uma visita técnica;

f) Durante a aula sobre o tema, os alunos são motivados a discutirem soluções e vivenciam possíveis alternativas tanto do ponto de vista técnico como motivados pelas condicionantes do item “c”;

g) Dependendo da motivação da turma, um tema pode se prolongar até a aula seguinte.

Através da estratégia da discussão e dos elementos fornecidos aos acadêmicos, tem-se observado em reuniões de avaliação com a participação dos acadêmicos, que eles passam a ter uma segurança maior sobre aquilo que são capazes de fazer. Observa-se também um grande amadurecimento dos conteúdos ensinados ao longo do curso após essas aulas de discussões práticas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exercício dessa prática de discussão está ainda no início, terminando agora no mês de junho/2004 a formação da terceira turma.

Os resultados obtidos até o presente momento são subjetivos, resumidos a relatos pessoais por parte dos acadêmicos e de dinâmicas de grupo onde se observa um amadurecimento dos conteúdos desenvolvidos ao longo dos quatro anos anteriores.

No entanto, objetivando obter resultados mais consistentes, algumas metas estão sendo planejadas para o segundo semestre deste ano. A primeira é avaliá-los em termos de desempenho em solucionar problemas antes e após a conclusão do curso e, a segunda será em termos de pesquisa através de questionário de auto-avaliação quanto ao grau de assimilação dos conteúdos ministrados.

Com essas medidas, acredita-se estar melhorando o ensino da engenharia e contribuindo para a diminuição dos custos sociais gerados pela ausência de prática por parte dos iniciantes da atividade engenharia civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE, Associação Brasileira de Ensino de Engenharia. Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia. São Paulo, fev.1998.

CREA – PR, Coletânea de Legislação Profissional. Curitiba, 1985, p.8-9, 107 p.

MERIGHI, J.V. “DEFORMAÇÕES EM MISTURAS ASFÁLTICAS” Palestra dada na 32ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPv - Associação Brasileira de Pavimentação, Brasília - DF, Brasil, 2000.

NOGAMI, J.S. e VILLIBOR, D.F. (1995) - “Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos”. São Paulo: Villibor.

***Abstract:** In general way, the Civil Engineering curricular topics load a strong composition with theoretical topics, exercises, laboratory and projects that aim at since complementing all basement that supports the technology until its application in realistic terms projects that look to involve day-by-day of the technique. Even so, it is still observed in the questioning of the egress, which has been missing something that can give to them some experience and maturing of the absorbed knowledge. Even if the project discipline look for give a reality and a degree of difficulty to the academic so that it reflects in the practical life and it has that to opt deciding over a matrix of decisions, thus, is observed lacks it of practical of as to deal with the problem. Inside of this context, the School of Engineering of the Presbyterian University Mackenzie implanted Practical Engineering disciplines, which are given in the two last period of learning semesters of a total of ten semesters.*

**Key words:** *Civil engineering, profession, practical, education.*