



A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL INOVADOR BRASILEIRO FRENTE AOS DESAFIOS DA TECNOLOGIA, DO MERCADO, DA INOVAÇÃO E DA SUSTENTABILIDADE.

Área temática: Pesquisa Operacional

Ubiratan Rohan

rohanbira@bol.com.br

Carlos Alberto Pereira Soares

carlosoares.uff@gmail.com

Sergio Luiz Braga França

sfranca@vm.uff.br

Marcelo Jasmim Meiriño

marcelo@latec.uff.br

Resumo: *Esta pesquisa tem como objetivo traçar um conjunto de características do engenheiro civil sob a ótica do mercado, apurando qual a expectativa e perspectiva que a sociedade contemporânea tem deste profissional e concomitantemente, espera-se que os resultados contribuam para traçar um perfil do Engenheiro Civil voltado para a inovação frente aos novos e dinâmicos desafios que se apresentam na atualidade. Constitui-se, portanto, de uma pesquisa descritiva com base em revisão bibliográfica, abordando as principais escolas do mundo. De forma mais específica, este artigo faz uma abordagem sobre conceitos relativos ao mercado de trabalho de engenharia civil; ao perfil do engenheiro civil inovador e ao ensino de engenharia civil. Esse trabalho é uma releitura da bibliografia curricular que aponta para uma formação inovadora do profissional de engenharia civil, a partir da hipótese de que o profissional de engenharia civil desempenha novos papéis que traz embutida a necessidade de identificar, captar e detalhar de forma específica, as tendências prioritárias de um mercado diversificado e competitivo, onde são inúmeras e distintas as inovações tecnológicas, e gerenciais e são requeridas cada vez mais a prática e procedimentos relacionados à sustentabilidade. Esta concepção aponta para uma reformulação curricular de uma engenharia civil inovadora de formação ampla, que caracterizaria o surgimento da formação do engenheiro civil inovador.*

Palavras Chaves: *Mercado de Trabalho de Engenharia Civil, Perfil do Engenheiro Civil Inovador e PER Pressão-Estado-Resposta.*



1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Engenharia Civil evoluiu de forma acelerada, modificando seus próprios conceitos e modernizando-se mediante o desenvolvimento de novas tecnologias, novos paradigmas. Dentre esses, as novas concepções gerenciais, técnicas e, em especial, as novas discussões e exigências relativas aos impactos causados no meio ambiente, bem como, os relacionados à responsabilidade social e aos aspectos econômicos. Essa nova realidade em constante transformação exige que os profissionais de engenharia civil se adéquem, se capacitem, se qualifiquem permanentemente, para atender a esse mercado cada vez mais competitivo e sempre em renovação.

Destaca-se também que o engenheiro civil está inserido em um novo cenário globalizado: do mercado de trabalho, da cultura, dos serviços, da economia e de normas e regras que regulamentam o mundo e seu espaço local de atuação. O avanço tecnológico, incluindo as novas técnicas e ferramentas de construção e as novas funções requeridas pelo mercado, bem como, a ênfase na sustentabilidade do setor são consideradas por muitos autores como tendências do mercado que partem das principais discussões existentes relacionadas ao equilíbrio sócio-econômico e ambiental. Dentre essas tendências se podem apontar como exemplo, alguns específicos:

- A gestão dos resíduos sólidos e outros poluentes,
- A questão do uso e reuso racional da água e de outros recursos naturais
- As novas tecnologias relacionadas a técnicas de construção, equipamentos, gerenciamento, ferramentas computacionais e ferramentas de gestão.
- A questão energética,
- A produção mais limpa,
- A formação e qualificação profissional do setor
- A gestão dos processos envolvidos na sustentabilidade na construção civil.

Todas essas discussões, tendências e evoluções impactam a indústria da construção civil e a Engenharia Civil como um todo e, conseqüentemente, o profissional de engenharia civil, provocando mudanças no mercado relacionado à engenharia civil, seja pelo surgimento de novas tecnologias, seja pelas transformações sócio-econômicas e ambientais. Dessa forma, tais fatores vêm alterando profundamente os papéis desses profissionais na sociedade, exigindo dos mesmos, alta capacidade de adaptação às novas realidades e à dinâmica do Setor. Nesse contexto, se insere a importância de se estruturar um perfil de formação do profissional de engenharia civil que incorpore novas habilidades, competências, valores, disciplinas e atividades afinadas etc., bem como, elaborar estratégias para tal fim.

1.2 O PROBLEMA DA PESQUISA

O perfil do profissional de engenharia civil com foco nas inovações e nos princípios da sustentabilidade, requerem um novo modelo de formação desse profissional. Por outro lado, é preciso verificar se os Cursos de Graduação em Engenharia Civil brasileiros ainda não

acompanham ou aderiram a essa nova realidade, possivelmente pelos resquícios conservadores da academia.

Este conjunto de fatores e proposições traz para as discussões um problema que precisa ser averiguado, e, que se constitui no “problema da presente pesquisa”, Quais são as habilidades e competências mais adequadas e prioritárias que precisam ser desenvolvidas pelo engenheiro civil durante sua formação para alinhá-lo as tendências do mercado e da sociedade frente às questões relacionadas com a sustentabilidade?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral propor a formação de um engenheiro civil inovador, que incorpore princípios curriculares e extra-curriculares de práticas de ensino alinhadas com as perspectivas e demandas requeridas pela indústria, pelo mercado e pela sociedade contemporânea e com a sustentabilidade.

Na atualidade o tema sustentabilidade envolve cada vez mais, profissionais de diversas áreas, que por muitas das vezes, precisam atuar conjuntamente, interagindo na busca de soluções para determinados desafios apresentado. Esse fato leva a necessidade de se ampliar a percepção e conhecimentos e a orientar algumas reflexões, principalmente, no que tange a incorporação de novas tecnologias e da prática de sustentabilidade na Engenharia Civil. Essa nova formatação exige que a academia, as instituições de Ensino e formação profissional, pesquisa e extensão, se reestruturem para atender tais demandas, aperfeiçoando a formação de profissionais frente às novas exigências do mercado e da sociedade como um todo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar e analisar as tendências da engenharia civil (indústria, mercado e sociedade), a partir de levantamento de informações bibliográficas de autores que abordam o tema nos diversos vieses apontados (gerenciais, tecnológicos e sustentabilidade).
- Identificar as novas tecnologias de construção, novos processos de gestão, formação e qualificação de mão de obra e ferramentas que atendam às demandas desse mercado e da sociedade frente à sustentabilidade.
- Identificar habilidades e competências, saberes, conhecimentos, aptidões, e outros requisitos requeridos pela sociedade e, em especial pelo setor, levando em consideração os aspectos sócio, econômico e ambiental, bem como estratégias para incorporação destes requisitos ao perfil de formação do profissional de Engenharia civil.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Sustentabilidade e Tecnologias na Engenharia Civil

A Engenharia Civil reflete não só o imaginário do Setor de Construção Civil, como de fato, essa, ainda é considerada como uma de suas importantes vertentes. Todavia, aos poucos, essa concepção vem se adaptando às transformações sociais, ambientais e econômicas.

MATEUS (2004) DEFENDE QUE:

“A interligação da indústria da construção com as três dimensões da sustentabilidade é particularmente importante, pois para além desta indústria apresentar uma considerável participação no PIB – dimensão econômica – e de ser responsável por uma expressiva parcela na geração de postos de trabalho – dimensão social –, utiliza recursos naturais e a sua atividade está intimamente relacionada com o meio ambiente – dimensão ambiental –, na medida em que modifica o ambiente natural através das suas intervenções – redes viárias, barragens, edifícios, etc.

Além, disso, a engenharia civil vem agregando outros fatores transversais, pautadas, inclusive, pelo surgimento de novas tecnologias, pela inovação nos diversos campos das ciências (investigação científica) etc. que, vão transformando o modo de produção frente às demandas da sociedade. Para MATEUS (2004) o surgimento de novas tecnologias construtivas se deve em bom grau a evolução dos processos investigativos científicos, especialmente agregados ao equilíbrio ambiental e, logicamente, sem perder os laços com o acervo e conhecimentos acumulados ao longo do tempo.

CASA GRANDE JR.(2003) destaca que os princípios do desenvolvimento sustentável e as tecnologias apropriadas concebem em seu bojo estratégias de inovação tecnológica, o que poderá ser um eixo fundamental para investimentos em tecnologias-chaves, principalmente em países em desenvolvimento que possuem recursos escassos para a importação de tecnologias.

Nessa esteira, de poucos recursos e necessidade de incorporação de novas tecnologias ganham força os conceitos de gestão e inovação que entre outros fatores fazem com que, o próprio conceito do profissional em engenharia civil tenha que se adequar incorporando novas dimensões para atender às novas realidades do mercado e da sociedade. Nesse ponto, as próprias empresas precisam também incorporar essas transformações de perfil do profissional em engenharia, conforme defendeu REBELATTO & NOSE (2001) em: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001.

Ainda com relação a inovação, Rosário (2011) afirma:

“A constante procura de novas soluções, de novas filosofias e de uma oferta melhor diferenciada dos concorrentes diretos no mercado, a procura de novos mercados e de novas realidades, culturas, técnicas e tecnologias, são o catalisador natural da Inovação e estão na gênese da criação do conceito.”.



Entende-se que a sustentabilidade na Engenharia civil contém processos ambientais, econômicos, e sociais, processos aliados à inovação, incorporação de novas tecnologias, reflexão sobre o perfil do profissional de engenharia, mas também contém processos organizacionais e também processos construtivos que interagem e que precisam estar integrados. Isto é, envolve um processo de equilíbrio entre os princípios da sustentabilidade, requer organização estrutural do setor em cadeias e em nichos de atuação distintos, mas correlatos, mas também envolve a necessidade de aprofundamento das metodologias e aplicações de tecnologias, conforme pontua, de forma resumida, o Estudo da FIRJAN (2014):

- Tecnologias construtivas para ambiente de grande demanda e baixo custo:
- Tecnologias para a produção de fundações:
- Tecnologias para a produção de estruturas:
- Estrutura reticulada de concreto armado moldada no local (ERCA):
- Estrutura e vedo vertical de alvenaria estrutural:
- Estrutura e vedo vertical com paredes maciças de concreto moldadas no local:
- Estrutura e vedo vertical com paredes pré-fabricadas:
- Estrutura de aço e vedo vertical com painéis:
- Tecnologias para a produção de vedos verticais com painéis leves:

Ainda, conforme os estudos Firjan “Construção Civil: Desafios 2020” há, ainda que se considerar, inúmeras inovações tecnológicas no processo de construção de edifícios relacionadas diretamente aos princípios da sustentabilidade na Construção Civil, Dentre as quais se destacam (FIRJAN, 2014):

- Medição individual do consumo de água em edifícios multiusuários.
- Reaproveitamento de águas servidas.
- Equipamentos elétricos mais eficientes.
- Vidro com baixa transmitância térmica.
- Brises e elementos para sombreamento da fachada.
- Cobertura com proteção térmica.
- Sistema de condicionamento de ar mais eficiente.
- Coletores solares para aquecimento de água.
- Sistemas automatizados de persianas.
- Equipamentos de baixo nível de ruídos.
- Telhas com isolante termoacústico.
- Portas acústicas em zonas ruidosas.
- Vedações duplas de proteção a zonas ruidosas.

O Estudo (FIRJAN, 2014), relata que a partir de novos modelos de gerenciamento, inclusive nos canteiros de obras, se pretende dinamizar o monitoramento e o atendimento de um conjunto de ações, como:

- Exigência de conformidade de produtos,
- Legalidade na origem de produtos (madeira, areia e brita),
- Legalidade trabalhista na cadeia de fornecedores;
- Reaproveitamento dos resíduos;
- Previsão de locais para lavagem de ferramentas e equipamentos e veículos;



- Estudo para limitações dos incômodos sonoros e os devidos à circulação de veículos; dentre outras.

2.1.1 - Desafios para o Brasil

A Incorporação das tecnologias ao sistema produtivo representa o maior desafio das empresas construtoras brasileiras, tendo em vista a abundância de novas tecnologias que chegam ao mercado. Há de se considerar ainda, segundo PINHEIRO (2006, página 107) o que consta na Agenda 21 de Construção Sustentável, 1999 que destaca alguns desafios que o Desenvolvimento Sustentável e a Construção Sustentável devem abordar:

- ✓ Promover a eficiência energética.
- ✓ Reduzir o uso e consumo de água potável.
- ✓ Selecionar materiais com base no seu desempenho ambiental.
- ✓ Contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável.

Todavia, a dificuldade reside, justamente, no fato de que estas tecnologias não são facilmente incorporadas ao sistema produtivo das empresas construtoras, pois exigem adaptação e desenvolvimentos internos, mesmo as tecnologias de gestão que requerem apoio da academia ou parceria com os próprios fornecedores da mesma, entre outros obstáculos. (FIRJAN, 2014).

O estudo da FIRJAN (FIRJAN, 2014), resume alguns aspectos desafiantes que merecem destaque na busca pela incorporação de novas tecnologias no setor de construção civil brasileiro:

- Mudança de comportamento empresarial: Desenvolver sistemas e adotar tecnologias de gestão empresarial que visem à industrialização da produção é um dos desafios para a cadeia produtiva;
- Desenvolvimento de memória tecnológica: para não voltem a se repetir erros passados.
- Valorização do trabalho na indústria da Construção: valorização da capacitação dos recursos humanos em todos os níveis.
- A coordenação modular (normas técnicas): implementação e integração aos projetos
- Sistemas construtivos: precisam ser desenvolvidos como um todo, particularmente as interfaces entre diferentes subsistemas.
- Desenvolvimento de políticas para qualificação de projetistas.
- Desenvolvimento de políticas para qualificação de mão de obra gerencial e de produção: o melhor projeto pode se tornar o pior empreendimento se não for bem gerido e construído
- Desenvolvimento tecnológico completo de sistemas com elevado potencial de industrialização.

Segundo o Estudo Firjan (2014) A incorporação de tecnologias ao sistema produtivo apresenta obstáculos que precisam ser vencidos, bem como os agravantes relacionados com a mão de obra. O Quadro 1, os obstáculos para incorporação de tecnologia.

Quadro 1 – Obstáculos para a Incorporação de Novas Tecnologias e Agravantes Relativos a Mão de Obra

<p>OBSTÁCULOS PARA INCORPORAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades para intensificação do emprego de modernas práticas de gestão, métodos racionalizados, industrializados e inovadores de construção; • Deficiências de projetos/planejamento; • Deficiências de normatização e padronização (ABNT NBR 15575/2013 é um passo importante); • Deficiências de coordenação modular dificultando intercambiabilidade de componentes; • Deficiências de gestão.
<p>AGRAVANTES RELATIVOS A MÃO DE OBRA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado aquecido. • Atividade tradicionalmente empregadora de mão de obra desqualificada, cuja oferta tende a se reduzir em função dos seguintes aspectos: a) envelhecimento da população; b) redução da migração para regiões metropolitanas; c) concorrência por mão de obra com outros setores; d) busca por mão de obra qualificada na população. • Deficiências na formação de projetistas e gestores • Duplo desafio de melhorar a qualificação da mão de obra e reciclá-la para novas tecnologias • Deficiências no ensino formal

Quadro 1 - organizado pelo autor com base em dados de: FIRJAN (2014) – CONSTRUÇÃO CIVIL – DESAFIOS 2020 – Construção Civil: Desafios 2020.

O estudo também apresenta algumas ações no sentido de mitigar a deficiência e carência de mão de obra e propõe outras ações de capacitação. FIRJAN (2014). As ações para mitigação da deficiência e carência de mão-de-obra estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Iniciativas de Mitigação da Carência de Deficiência da Mão de Obra e Ações de Capacitação

<p>AÇÕES PARA MITIGAR A CARÊNCIA E DEFICIÊNCIA DE MÃO DE OBRA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emprego de tecnologias visando: <ul style="list-style-type: none"> a) ao aumento da produtividade de forma a reduzir a necessidade de mão de obra e permitir maiores salários; e b) a melhores condições de trabalho. • Marketing de carreira visando a aumentar a atratividade do setor.
<p>AÇÕES DE CAPACITAÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). • Modernas práticas de gestão, métodos racionalizados, industrializados e inovadores de construção. • Uso de novos materiais.

Quadro 2 - organizado pelo autor com base em dados de: FIRJAN (2014) – Construção Civil – Desafios 2020 – Construção Civil: Desafios 2020.

Notadamente, as áreas de infraestrutura e habitação, por exemplo, são gargalos que estão diretamente relacionados a incorporação de novas tecnologias e também, às questões de financiamentos que trazem no seu bojo problemas mais específicos como, por exemplo, investimentos, tecnologia, gestão e mão de obra, que devem ser tratado e adequados às práticas sustentáveis, consoantes com os princípios da sustentabilidade.

Segundo estudos da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - Construção Civil – Desafios 2020 – (FIRJAN, 2014), as principais tecnologias indicadas como prioritárias, são: Building Informations Modeling; Software de simulação em eficiência energética; Uso de energias renováveis em canteiro de obras; Mapeamento acústico das cidades; Informação georreferenciada; Simulador para desempenho térmico; Elementos de

sombreamento da fachada; Sistema de automação predial e; Concepção voltada para o desempenho.

O Estudo FIRJAN (2014) destaca o para Building Information Modeling (BIM), que conforme opinião de especialistas possui a perspectiva de difusão em médio prazo. O Estudo ainda esclarece que o BIM parte da premissa básica da colaboração de diferentes atores em diferentes etapas do ciclo de vida de uma instalação, objetivando a inserção, extração, atualização ou modificação das informações no sentido de apoiar e refletir os papéis das partes interessadas no processo. (FIRJAN, 2014)

Com relação a mão de obra, há, de se falar de outros fatores que devem estar presentes na formação deste profissional, como: formação acadêmica e profissional consoantes aos desafios apresentados, o que diz respeito a adequação curricular objetivando o desenvolvimento de habilidades, capacidades e competências.

2.2 - A Formação do Profissional de Engenharia Civil

É perceptível que a fragilidade da estrutura do ensino básico no Brasil somada às políticas sócio-econômicas de ingressos no ensino superior por meio dessas políticas traz consigo problemas que precisam ser tratados durante a formação na universidade (Freitas e Silva, 2014). Associado a esses fatos, o dinamismo do mercado, da sociedade, juntamente com as ideologias presente na academia e especificamente na formação já consolidada no corpo docente e na estrutura universitária predominante representam uma conjunção que ainda precisa evoluir.

Esse quadro pode ser claramente detectado na formação superior dos alunos de engenharia. Estudos sobre currículos são elaborados na tentativa de solucionar ou mitigar os efeitos conjunturais dessa formatação. Todavia, essa é uma tarefa árdua, face as constantes transformações tecnológicas, e as já ditas evoluções sociais, econômicas e culturais que geram novas necessidades na sociedade exigindo também, a atualização do mercado, que demanda consequentemente, novos perfis de formação de profissionais.

Nesta perspectiva, a formação deste “novo engenheiro civil” deve observar curricularmente condições de adaptação às novas realidades e das constantes transformações do mercado, sempre muito dinâmico e competitivo. O profissional de engenharia deve ser atento aos aspectos da globalização do trabalho, da cultura, dos serviços, da economia e das regras que regulamentam o mundo e seu espaço, particularmente, de sua área de atuação, bem como, da evolução das tecnologias, incluindo as novas funções requeridas pelo mercado e pela sociedade.

Esse novo profissional, portanto, deve ser capaz de “ousar”, adaptar-se. Nesse contexto estamos diante de um empreendedor e a própria proposta sinaliza o caráter inovador do perfil de formação desse engenheiro. Não obstante, os currículos e metodologias de ensino superior ainda encontram dificuldades em se reformularem.

Esse assunto mereceu atenção privilegiada nos Estudos realizados na Obra “A Formação do Engenheiro Inovador - uma visão internacional”, por Marcos Azevedo da Silveira (SILVEIRA, 2005), onde é aprofundada a exploração desse tema, observando e analisando o comportamento de diversas vertentes e perfis defendidos pela academia, a partir das concepções de papéis e perfis de formação do engenheiro representados nos modelos: Francês, alemão, anglo-saxão, e do caso brasileiro.



2.2.1 - Engenheiro Civil - Funções, Papéis e Perfis de Sua Formação

A Indústria da Construção Civil vem incorporando novas tecnologias, que para além de originarem novas ferramentas, demandaram um olhar mais apurado para a sustentabilidade e, conseqüentemente, para a gestão atenta para os processos de inovação. Isso fez com que aprofundassem as necessidades de uma mão de obra cada vez mais qualificada com novas capacidades, competências, habilidades, conhecimentos e valores. Diante disso, cresceram o oferecimento e, conseqüentemente a demanda por “MBA (s)”, e por cursos de pós-graduação afins como forma complementar. Esses fatores, apesar de positivos, demonstram, em certo grau, uma defasagem na formação na graduação do profissional em engenharia civil.

Notadamente, áreas antes com características transversais a atuação do engenheiro civil passaram a representar uma grande parcela de suas atividades no cotidiano do mercado de trabalho, alterando significativamente o papel desse profissional no mercado da construção civil e na sociedade. Neste contexto se inserem as questões relacionadas a gestão, aos impactos ambientais e sustentabilidade, além de aspectos culturais agregados principalmente pelo processo de globalização. Para ¹Silva, D. da. (1999), as novas realidades requerem qualificações cada vez mais aprimoradas constituindo-se como exigência para ocupação de postos de trabalho em qualquer setor produtivo.

²REBELATTO & ³NOSE (2001) destacam:

“Assim, as empresas vão moldando o perfil do engenheiro (e dos outros profissionais) ao mesmo tempo em que as mudanças vão alterando o seu comportamento e desenvolvimento”.

Portanto, é primordial a formação do profissional em engenharia civil frente às novas áreas de atuação e novos problemas que são diuturnamente colocados como desafios ao setor, além de novos marcos e regulamentações que são impostas para empresas da construção civil que precisam se manter competitivas e atender aos princípios da sustentabilidade.

Esse conjunto de fatores e considerações, por si só explicam necessidade de atualização permanente no perfil de formação do profissional de engenharia civil. Que precisa ser pensada de forma integrada com outros profissionais das diversas engenharias e até mesmo com outras áreas do conhecimento. Estas questões, com frequência estão postas na mesa de discussões acadêmicas. Este cenário representa a base onde pode e deve ser desenvolvidas estruturas, estratégias, perfis e currículos frente às novas necessidades apresentadas numa perspectiva de um modelo de formação que deve ser propugnativo e de alcance nacional.

Não se pode deixar de considerar o mercado de trabalho e todas as perspectivas sócio-econômico-ambiental. Também é necessário que se considere o contexto global, porém, é fundamental enfatizar a realidade nacional, o seu desenvolvimento, diminuindo sua dependência excessiva de tecnologias e gerenciamentos importados.

A partir de SILVEIRA (2005) tem-se que o engenheiro Recém formado, normalmente exerce função técnica em uma empresa, e com raridade chegar a “projetista” compondo uma

¹ Décio da Silva – Engenheiro Mecânico. Diretor-presidente Executivo da Weg S.A.

² Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

³ Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos

equipe de profissionais especializados. Empresas como FURNAS⁴ ou PETROBRÁS⁵, se utilizam de engenheiros em funções deslocadas do quadro técnico habitual sem nenhuma relação com a carreira tradicionalmente estabelecida.

A partir de SILVEIRA (2005) se pode interpretar que, certamente, o ideário do profissional de engenharia civil que parte da percepção de problemas gerados no seio da sociedade, no clamor de inovações tecnológicas cuja resolução depende de capacitações, habilidades, competências e valores não estão sendo encontrados, ainda, concretamente, na formação dos profissionais existentes da área. No entanto, não há de se considerar na presente abordagem, as deficiências que transcendem a formação do engenheiro civil, relativas aos conceitos técnicos matemáticos ou físicos, já que essas possíveis falhas podem existir por diversos motivos e se originarem, talvez, no Ensino Médio, conforme analisado em (Freitas e Silva, 2014).

É importante ressaltar que o engenheiro possui um papel social bastante influenciado pela imagem construída pelo Sistema Educacional de sua formação e transmitido assim para o mercado e para a sociedade como um todo. Com isso, esses papéis se afastam, em bom grau de suas funções técnicas e redefinem o “status social” desses profissionais. (SILVEIRA, 2005).

MOLINA & JUNIOR (2014) defendem que a mudança do paradigma de uma visão tradicional da formação do engenheiro civil para uma visão contemporânea incorpora as novas tecnologias, neste contexto, os autores destacam, por exemplo, o BIM – Building Information Modeling – como uma ferramenta inédita que possibilita aos diversos stakeholders o acesso a um mesmo modelo sustentado por softwares de classe mundial. No caso do BIM, os profissionais de engenharia civil devem desenvolver essas competências em sua formação.

SILVEIRA (2005) apresenta os principais modelos no mundo: O Modelo Francês; O Modelo Alemão; O Modelo Anglo Saxão, e na sequência, o caso brasileiro.

a) O Modelo Francês

Conforme SILVEIRA (2005), as escolas de engenharia surgiram na França no século dezoito com o viés de formação técnica para servir ao governo, sendo esses profissionais denominados “engenheiros civis” e “engenheiros militares” e ascendiam de forma rápida a cargos de gerentes. A formação inicial desses engenheiros era tecnicista, generalista com reduzida base científica, portanto á margem do conhecimento científico daquela época, somente, após a Revolução Francesa a formação do engenheiro agrega bases científicas. (Ver Quadro 3).

Lograr uma vaga em uma das ⁶Écoles de Génie numa primeira tentativa era algo bem raro para os candidatos que faziam o exame neste sentido. O perfil de formação profissional nas Écoles poderia ser denominado como "engenheiro generalista de base científica". (Ver Quadro 3).

Com o desenvolvimento da indústria francesa, os profissionais formados nestas escolas conquistaram a possibilidade de ocupar cargos de direção ou de projetistas em

4 FURNAS - Furnas Centrais Elétricas S.A.

5 PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A

⁶ Écoles de Génie – Escolas de Engenharia

empresas públicas ou privadas. Nas duas últimas décadas do século vinte foram muitas Écoles de Génie que variaram seus perfis de formação entre mais especializados ou mais técnicos.

Apesar de existir inúmeras maneiras de chegar à função de engenheiro sem passar por uma École de Génie, nem todas concedem um diploma de ingénieur reconhecido pela Commission des Titres d'Ingénieur francesa, necessitando, portanto de complementação. Exemplo do engenheiro tecnicista de formação longa. Esta é a face escondida do sistema francês. (Ver Quadro 3).

Na sequencia será apresentado, de acordo com SILVEIRA (2005), o Quadro 3 ilustrando de forma resumida, o que se pode considerar como os principais caminhos do perfil de formação do engenheiro francês, a saber: o Perfil de Formação do Engenheiro Politécnico; o Perfil de Formação do Engenheiro Generalista de Base Científica e; no o Perfil de Formação do Engenheiro Tecnicista de Formação Longa.

Quadro 3 - Perfil de Formação do Engenheiro

ENGENHEIROS POLITÉCNICOS	ENGENHEIRO GENERALISTA DE BASE CIENTÍFICA	ENGENHEIRO TECNICISTA DE FORMAÇÃO LONGA
<p>Num primeiro momento foram formados "engenheiros militares", para ocupar funções técnicas nas forças armadas. Depois "engenheiros civis", encarregados de pontes, estradas, construções e máquinas para os diferentes ministérios "civis". Os dois grupos eram destinados a ascender rapidamente a cargos de gerência. Essa formação tinha características generalistas sem grande base científica, dominando o conjunto de técnicas da época eram poucos e desvinculados do conhecimento científico da época, embora a escola escolhida agregasse certa especialização (École de Ponts et Chaussées, École de Mines, etc.).</p>	<p>o sistema 2+3: Iniciou-se depois da Revolução Francesa, sob a influência de Napoleão e de Gaspar Monge, a formação e ganhou bases científicas. O seu ciclo partia da obtenção de uma boa menção no Baccalauréat (exame de final de curso secundário), e de dois anos de estudo nas Classes Préparatoires (essencialmente matemática, física, química, filosofia e formação cultural, hoje acrescida de informática e "princípios" de engenharia). Após esta fase realiza-se o exame de entrada em uma das Écoles de Génie (raríssimos candidatos obtém sucesso na primeira tentativa), iniciando-se assim, 3 anos de estudo, com formação generalista, completada com alguma especialização no terceiro ano e diversos estágios em empresas (como atividade curricular e controlados pelas escolas</p>	<p>O aluno cursa dois anos em uma escola técnica de nível superior (Institut Universitaire Technologique - I.U.T.), obtendo um Diplôme Universitaire Technologique (DUT) e, depois de três anos de experiência na indústria, pode realizar mais dois anos de estudos universitários complementares, obtendo assim o diploma de engenheiro (sistema 3 + 2). Esta formação atende essencialmente às funções de engenheiro de obra ou de chão-de-fábrica</p>

Fonte: Organizado pelo autor com base em dados de: SILVEIRA (2005):

Observação: No sistema francês não existem leis que limitem o exercício do profissional de engenharia, desde que possuam diplomas específicos, Ordens ou Conselhos com valor de certificados oficiais.

b) O Modelo Alemão

Conforme SILVEIRA (2005), a Alemanha estruturou, ao final do século XIX, um sistema de formação de perfil profissional do engenheiro que se contrapunha ao sistema francês. O sistema alemão apresentou-se bastante integrado com a indústria e foi replicado pela Suíça, Japão, Rússia, Itália e outros países desenvolvidos.

O sistema alemão prevê segundo SILVEIRA (2005) duas formações bastante distintas:

- O perfil de formação: tecnicista de formação curta – Muito especializado - sistema de estágios com participação das indústrias junto às escolas e aos cursos – Formação essencialmente técnica, entremeada de estágios na indústria, ao longo de três anos, sem maiores preocupações com embasamento científico.
- O perfil de formação: engenheiro especializado de base científica - diploma é obtido em uma Technische (universidade técnica) período de cinco anos. Até o ano de 2004 era utilizado o esquema de dois anos de estudos científicos básicos e os três restantes em estudos bastante especializados. Sendo necessário o encerramento com a apresentação ao final do curso de um projeto e de uma tese. Neste modelo não é prevista a formação humanística ou gerencial.

SILVEIRA (2005) ainda retrata que um dos principais desafios apontados refere-se a busca de uma solução que objetive encontrar um modelo ou metodologia que englobe os perfis: Uma formação do engenheiro que eles sentem como um "híbrido".

c) O Modelo Anglo-Saxão

Segundo SILVEIRA (2005) as universidades nos países anglo-saxônicas possuem liberdade para definir seus currículos. Na Inglaterra, por exemplo, apesar da tradição manual da origem dos engenheiros e da característica funcional ligada a manutenção de máquinas, o profissional de engenharia acabou, nos meados do século XIX, se dobrando aos estudos universitários, o que não impediu a preservação de dois perfis distintos de formação co-existirem, muito embora, os mesmos, só recentemente tenham se formalizado nos quadros nacionais destes países. SILVEIRA (2005) distingue os dois perfis de formação do modelo Anglo-Saxão:

1) Perfil curricular das escolas classificadas como “universidade de pesquisa”

Essas universidades e, até mesmo, se pode considerar, algumas escolas ou colégios de engenharia exigem: boa formação científica, razoável formação humanística, alguma formação técnica especializada. Além desses compromissos declarados, essas instituições objetivam encorajar os estudantes ao desenvolvimento da criatividade na definição e busca da solução de problemas. O núcleo obrigatório geral neste modelo é dividido entre:

- Ciências/matemáticas: a) química; b) biologia; c) física; d) cálculo; e) laboratórios e eletivas científicas
- Humanidades, artes, e ciências sociais: a) estudos literários; b) linguagem, pensamento e valores; c) artes; d) culturas e sociedades; e) estudos históricos

- Os estudantes ainda precisam cumprir exigência escrita multidisciplinar.

Esse modelo é um exemplo adotado em "bachelor of science degree" e pressupõe 4 anos de duração sem necessidade prévia de estudos de base científica, como acontece em modelos franceses. Este perfil poderia ser considerado como: "Engenheiro de Formação Humanística e Base Científica".

No entanto, esse modelo prevê a possibilidade de indicação de preparação de um PhD, eventualmente suavizado por um MSc ou um MBA, o que pode representar uma das características das universidades de pesquisa, indicando uma formação provisória, uma etapa de uma formação mais profunda. Essa formação mais profunda, considerada técnica pode vir na pós-graduação, conforme o interesse do estudante. Nesse caso se estaria resgatando o sistema francês 3 + 2 (três anos de formação geral e 2 anos de formação mais especializada). SILVEIRA (2005).

2) Perfil curricular das escolas de engenharia “não universitárias”

Nas escolas britânicas e boa parte das escolas norte-americanas não classificadas como universidades de pesquisa observa-se a ausência da formação científica. Essas escolas possuem uma orientação bastante técnica e, por isso, o perfil de formação profissional é considerado como: "Engenheiro Tecnólogo de Formação Curta". Este engenheiro entra diretamente na indústria se, optar por mais prestígio, deverá complementar sua formação com MSc ou um MBA, agregando assim, uma formação gerencial. Pode-se dizer que esta formação tem pontos bem definidos, a saber: a) Foco na prática de engenharia; b) Projeto de acordo com padrões e procedimentos bem definidos; c) Uso limitado da matemática e; d) Professores com experiência industrial e/ou fortes laços com a indústria.

Dentro deste contexto, SILVEIRA (2005) aponta que o estado da Califórnia, EUA, organizou oficialmente seu sistema de formação em três níveis, sendo possível a mobilidade por transferência de alunos entre um grupo de escolas e outro, de acordo com concursos ou recomendações:

- Na base, um enorme conjunto de colleges, voltados para a formação técnica.
- No meio, um conjunto de escolas (em torno da Califórnia State University) voltadas para a formação de professores de escolas de engenharia, onde o contato com a pesquisa e desenvolvimento é mais habitual, a formação científica mais aprimorada – Dessas espera-se um MSc, mas não necessariamente a dedicação à pesquisa.
- No topo, algumas universidades de pesquisa (em torno da University of Califórnia, incluindo a CalTech, Stanford e mais algumas universidades de pesquisa privadas), dedicadas a formar os cientistas e pesquisadores que deverão alimentar o parque industrial e os institutos de pesquisa californianos. Espera-se que estes sempre se dirijam à um PhD – isto é, o curso de graduação não é visto como terminal, admitindo um currículo mais livre e mais voltado para a ciência.

Conforme SILVEIRA (2005), na Grã-bretanha, O Engineering Council britânico, órgão oficial criado por uma Royal Charter, recentemente, passou a designar três tipos de formação (grau):

- Technician engineer (EngTech), um técnico especializado, não sendo considerado um "higher education degree"; (Graduado ou Diplomado de Ensino Superior)

- Incorporated engineer (IEng), um engenheiro com formação de 3 anos orientada para a indústria, sem embasamento científico ("mathematical modelling – understanding of theory and IT" 32);
- Chartered engineer (CEng) (Engenheiro especialista- qualificado), um engenheiro com formação de 4 anos e boa base científica ("application of appropriate maths, science & IT").

É importante frisar: tanto Incorporated engineer como chartered engineer são graus credenciados que se constituem numa base de formação, Depois o profissional precisa adquirir 4 anos de experiência profissional (inicial), e aí, passam por entrevista e têm seu currículo analisado. Nesse ponto esses profissionais chegam ao estágio final e terá seu registro que lhe dará o direito de adicionar ao seu cartão de apresentação ou visitas (tradição britânica) esses títulos (Incorporated ou chartered engineer). Esse profissional ainda tem seu desenvolvimento profissional verificado a cada 5 anos como requisito para renovação de seu registro. (SILVEIRA, 2005).

d) O Caso Brasileiro

Segundo SILVEIRA (2005) existe no Brasil a tradição de formação de técnicos especializados, com base nos sistemas ⁷SENAI e ⁸CEFET. Um bom e singular exemplo é o CEFET do Paraná que possui convênio com os ⁹EEUU (¹⁰USAID) e com a Alemanha que resultou na transformação da Instituição em escola de engenharia com profissionais formados por alta qualificação prática. Esse modelo vem sendo seguido por muitas escolas de engenharia, principalmente na Região sul do Brasil, como por exemplo: ¹¹ULBRA, ¹²UNISINOS, ¹³UNIVAP e ¹⁴PUCRS. Isso resulta da existência de um parque industrial e apoio em convênios com a indústria local. Cabe ressaltar que estes engenheiros se submetem a uma formação longa, com perfil inicial generalista, com um papel de "faz-tudo" e, sua formação final é técnica especializada, está orientada para o mercado de trabalho regional – este perfil de formação pode ser denominado como: "Engenheiro Generalista com Formação Técnica de Interesse Regional".

A "engenharia científica" nasceu no Brasil de uma política de governos. No Brasil o impulso foi ajudado por uma política de substituição das importações que buscou criar uma indústria nacional mais abrangente. O desenvolvimento industrial e tecnológico brasileiro mais contundentemente, a partir da década de 70, aumentou gradativamente a demanda por engenheiros com formação mais científica e maior conhecimento técnico. Exemplo de disso é dado pelo corpo engenheiros e pesquisadores de grandes empresas estatais como a ¹⁵ELETRORÁS (em especial o ¹⁶CEPEL), a ¹⁷TELEBRÁS (e seus centros

7 SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL

8 CEFET - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

9 EEUU OU USA OU EUA - ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

10 USAID - UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (AGÊNCIA DOS ESTADOS UNIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INTERNAZIONALE)

11 ULBRA - UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL (RIO GRANDE DO SUL)

12 UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (RIO GRANDE DO SUL)

13 UNIVAP - UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA (SÃO PAULO)

14 PUCRS - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL (RIO GRANDE DO SUL)

15 ELETRORÁS - CENTRAIS ELÉTRICAS DO BRASIL S/A

16 CEPEL - CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA/ELETRORÁS

de pesquisa), a ¹⁸PETROBRÁS, e a ¹⁹EMBRAPA. Paralelamente, houve mudanças na legislação, quando foram introduzidos “currículos mínimos” que na verdade eram bem grandes e ultras especificados e definiam, em bom grau, um que se pode chamar de: “Engenheiro Especialista de Base Científica”, algo entre o engenheiro de formação longa alemão e o engenheiro generalista de base científica francês. Esse contexto de discussões e avaliações resultaram na criação dos cursos de pós-graduação, em sua maioria, voltados para a qualificação docentes universitários nas áreas científicas e tecnológicas. (SILVEIRA, 2005).

Para SILVEIRA (2005) esse quadro foi amplamente incentivado pela FINEP, CNPq e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia que acreditavam que um bom grupo de doutores, preferencialmente, com dedicação exclusiva, seria suficiente para alavancar o desenvolvimento tecnológico e, promovendo assim, a geração de inovações tecnológicas. Contudo, o que ocorreu foi o inchaço dos currículos de engenharia com disciplinas de ciências básicas, sem ter havido, uma maior integração com as disciplinas profissionais. Nesse contexto, o papel do engenheiro é transformado passando de um técnico especializado o ou sem formação científica suplementar para um engenheiro com visão tecnológica, podendo atuar no mercado ou no desenvolvimento de inovações e produtos, atendendo a uma visão de mercado baseado na empregabilidade e, portanto, com competências gerenciais e capacidade de resolução de problemas. Essa formação ganha contornos de um mercado globalizado e características transnacional (duplos diplomas e intercâmbios internacionais).

SILVEIRA (2005) defende:

“O novo engenheiro neste novo século deve ser empreendedor, possuir base científica suficiente para acompanhar rapidamente as mudanças tecnológicas e antever sua função econômica. Deverá assumir novas atitudes exigindo um novo tipo de formação, pois atuará em um novo modelo social”.

Todavia, notadamente, a partir dos anos 80, conforme aponta SILVEIRA (2005), começaram algumas discussões sobre os inúmeros perfis de formação existentes e sobre os diferentes conceitos de “engenheiro”, visto que, esses fatos estavam dificultando a mobilidade de alunos e professores entre países diferentes, bem como, o reconhecimento mútuo de títulos. Esses problemas tinham, principalmente, os seguintes motivos:

- expansão global da indústria, motivada por vantagens de escala e barateamento de custos;
- pressão das indústrias multinacionais visando a movimentação internacional de seus quadros especializados e a contratação de engenheiros em países diferentes;
 - acesso a um maior conjunto de mercados e de idéias;
 - possibilidades técnicas (grupos de trabalho e laboratórios remotos) e comerciais (OMC²⁰, desregulamentação, etc.);
 - desejo de maior integração cultural, buscando um trabalho em conjunto (ideais da ONU²¹), o que facilita o movimento comercial e também o entendimento dos povos por cima das barreiras nacionais.

17 TELEBRÁS - TELECOMUNICAÇÕES BRASILEIRAS S.A.

18 PETROBRÁS - PETRÓLEO BRASILEIRO S. A.

19 EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

20 OMC - Organização Mundial do Comércio

21 ONU – Organização das Nações Unidas

No intuito de harmonizar e viabilizar as relações descritas, a mobilidade dos estudantes e professores e a uniformização dos títulos e dos processos de formação foram firmados acordos internacionais. SILVEIRA (2005), ainda esclarece os seguintes pontos: 1) em países como a Alemanha, Bélgica, Dinamarca, França, Holanda, nem sempre a profissão de engenheiro é regulamentada legalmente; 2) Na Itália e na Grécia há um exame nacional para o acesso à habilitação e: na Espanha, Portugal, Reino Unido, Irlanda, e em alguns estados norte-americanos, exige-se a certificação de qualidade por uma instituição profissional. (nem sempre associada à obtenção de um diploma universitário).

Nesse ponto, cabe esclarecer que a legalização do exercício profissional por organismos estatais ou para-estatais (como o sistema CONFEA²²/CREA²³, 2005) baseado em diplomas associados a cursos universitários credenciados é essencialmente prática de países ibero-latino-americanos. (SILVEIRA, 2005),

2.2.2 - A Construção do Currículo de Engenharia

SILVEIRA (2005), afirma que: “O currículo deve expressar o modelo da sociedade através da difusão de conhecimentos, valores, conceitos e interpretações de fatos sociais”.. Sendo a engenharia, um curso profissionalizante torna-se necessário observar atentamente o mercado de trabalho aliados aos interesses sociais e buscar as tendências tecnológicas e sócio-econômicas, analisando criticamente as mudanças de valores. Assim, é necessário ampliar as competências existentes, incorporando assim, novas funções e novas atividades do engenheiro requeridas pela sociedade contemporânea, na busca de um perfil de formação de um profissional de engenharia com características empreendedora e inovadora preparado para os desafios do século.

A Resolução CNE/CES²⁴ de 11 de março de 2002 Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no Brasil:

“Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.”

Apesar da existência das diretrizes definidas pela Resolução, as Instituições são responsáveis pelo conjunto de atividades e meios de construção do perfil da formação profissional dos engenheiros, obedecendo as exigências, naturalmente, expressa na Resolução.

Interpretando MOLINA & JUNIOR (2014), o Projeto Pedagógico deve ser consistente, mas flexível para que possibilite a utilização de Mecanismos para atualização curricular, considerando-o, como de fato é, “uma coisa viva” sempre em evolução.

Destacando, ainda o estabelecido no artigo 3º da Resolução CNE/CES: “capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na

22 CONFEA - CONFEA – CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA

23 CREA - CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA

24 CNE/CES - CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO/ CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR

identificação e resolução de problemas”. Segundo MOLINA & JUNIOR (2014), a engenharia, como um todo, se reporta a idéia geral de ciência voltada para “resolução de problemas” que se contrapõe a idéia de “atuação criativa”. Para o autor, a resolução de problemas tem como requisito a formulação de um problema e, por isso, o aprendizado se daria por adaptação a determinados esquemas, metodologias e técnicas com pouca necessidade de características criativas ou inovadoras.

Apesar da crítica implícita do autor, as expressões citadas, também podem traduzir um caráter de complementaridade. MOLINA & JUNIOR (2014), aponta que a inovação é a implementação bem sucedida de idéias criativas e que ambas precisam transpor obstáculos para se desenvolver no currículo atual dos cursos de engenharia, vistos que estes trazem enraizados, o desenvolvimento de competências já consideradas como fundamentais para o perfil do engenheiro civil. Também, conforme MOLINA & JUNIOR (2014), no grupo das competências, alguns aspectos que deveriam ser fundamentais ainda são tratados como periféricos, como é o caso do BIM (Building Informations Modeling) para se mencionar uma perspectiva holística do projeto de Engenharia Civil. O autor ainda relaciona outras competências que deveriam ser centrais e fundamentais para a formação do engenheiro civil, portanto integrar seus currículos, como:

- Habilidade para trabalho em equipes multidisciplinares
- compreensão da responsabilidade profissional
- Ética,
- Habilidade de comunicação efetiva,
- Visão ampla para compreender o impacto das soluções de projeto num contexto de sustentabilidade,
- Consciência da necessidade de aprendizagem contínua.

Essas demandas, segundo MOLINA & JUNIOR (2014), precisam ser equacionadas, pois integram a essência do artigo 5º da Resolução CNE/CES (CNE, 2002).

Com base em MOLINA & JUNIOR (2014), se pode afirmar que o BIM se constitui numa ferramenta imprescindível, um novo espaço de trabalho, além de outras competências fundamentais já citadas, num contexto dinâmico do conhecimento e formação continuada. O que se percebe, na prática, é que os cursos de engenharia civil oferecem, predominantemente, nos primeiros períodos letivos um grupo de disciplinas das ciências básicas e nenhuma disciplina de engenharia propriamente dita, o que pode desestimular o aluno que ingressou “para estudar engenharia” e pode estar entre os fatores responsáveis pela evasão.

Para MOLINA & JUNIOR (2014), os alunos de engenharia precisam se tornar capazes de trabalhar em equipes tecnicamente diferenciadas, onde a sinergia surgirá a partir da diversidade de perfis. Desenvolvendo assim, a competência do trabalho em equipe que pressupõe, segundo o autor:

- Gerenciamento
- Colaboração
- Negociação
- Liderança
- gestão de conflitos.

O autor defende tecnicamente, que operacionalmente no curto prazo (um semestre) se poderia pensar na inclusão de disciplinas como: Direito Privado, Economia,



e Administração e Organização de Empresas, sem qualquer prejuízo para a formação final dos engenheiros civis. Taticamente, no médio prazo (dois semestres) poderiam ser identificadas e oferecidas grupos de disciplinas estruturantes de competências, identificando as interfaces internas e com outros grupos de disciplinas, em função do novo cenário da indústria da Construção Civil. No longo prazo (três anos), estrategicamente, o currículo poderia ter seu foco voltado para a dimensão política e normativa, isto realizado de forma institucionalmente consensualizada, articulada em favor da atualização permanente do curso. Na esfera gerencial, cabe ressaltar que não se deve perder a perspectiva da formalização dos processos inerentes ao curso, bem como, aos mecanismos de revisão, considerando que se tratar de processos dinâmicos, passíveis de atualizações e adaptações que, notadamente, precisam estar em consonância com as estratégias explícitas e formais do curso para atingir os objetivos e metas expressos na legislação.

2.2.3 - Conceitos que Influenciam na Formação do Engenheiro Civil

a) Competências

O conceito de “competência” é central para o embasamento teórico da construção curricular na formação do profissional de engenharia civil. Esse é o caso ora delimitado neste trabalho. Apesar da existência de muitas definições, contextualizações e significados atribuídos à expressão “competência”, aqui é destacada o conceito a partir do seu aspecto pedagógico.

Para PERRENOUD, (1999) ”competência”:

“São múltiplos os significados da noção de competência. Eu a definirei aqui como sendo uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles. Para enfrentar uma situação da melhor maneira possível, deve-se, via de regra, pôr em ação e em sinergia vários recursos cognitivos complementares, entre os quais estão os conhecimentos”.

SILVEIRA (2005), Com base numa visão adaptada de Perrenoud, constrói que “competência” pode ser entendida como:

“A capacidade de mobilizar e articular os saberes (ou conhecimentos), habilidades (ou competências específicas⁹²), aptidões e atitudes para resolver eficazmente novos problemas, devidamente contextualizados, de forma fundamentada e consciente”.

A partir da interpretação conceitual é possível desdobrar o entendimento para definir as competências necessárias que devem estar presentes na formação do profissional de engenharia civil. Para SILVEIRA (2005), Perrenoud explorou as dissociações limítrofes do “saber e do fazer” no sentido de caracterizar o caráter complementar desses aspectos. (definidos a partir de seu contexto, para as técnicas, métodos e saberes) e em que contextos o mesmo terá que atuar. Dessa forma, a organização curricular será composta de duas vertentes, a saber: Os conteúdos e as práticas educacionais.

SILVEIRA (2005) defende que a contextualização dos problemas, por si só, pode representar uma competência. A contextualização de um problema complexo pode ser resolvida a partir, dos saberes e conhecimentos diversos aplicáveis ao caso. Na verdade, o autor defende a existência e inter-relacionadas de uma cadeia de “competências” que podem ser selecionadas e aí, utilizadas, em dado momento, para a solução de um problema

específico. SILVEIRA (2005) ainda aponta para um dos sentidos da própria expressão “inovação” que pode ser entendida como mobilização e estímulo a criatividade, objetivando a “produção de soluções”, no entanto, essa “competência” - “produção de soluções” - também é utilizada em questões não relacionadas à “inovação”.

b) Saberes, conhecimentos, savoir-faire (saber-fazer) e habilidades

Aqui se busca o entendimento, utilização e impacto que cada um desses elementos exerce sobre a organização curricular, e, conseqüentemente, na definição do perfil do profissional de engenharia civil que se quer estabelecer. SILVEIRA (2005) indica que Saberes, conhecimentos e savoir-faire são termos utilizados para definir competência.

Interpretando SILVEIRA (2005), se pode afirmar que o “conhecimento” engloba os saberes utilizados em competências exigidas. Nessa linha o autor deixa claro que nem todo conteúdo ensinado (um conjunto de saberes) se transforma em “conhecimento”, mas somente, aqueles conteúdos incorporados e apropriados pelo indivíduo, mas que, ainda precisa ser utilizado. Isto é, se constitui como “competência”.

O termo "savoir-faire" que significa – saber-fazer- que às vezes é utilizado ou substituído pela expressão "know how" e até mesmo como “habilidade” se refere a capacidade que um indivíduo possui de resolver um problema específico ou executar de forma satisfatória uma atividade bem definida. Note que a habilidade está ligada à operacionalidade, não é um “saber”. Enquanto o “saber” representa um conjunto de procedimento, conteúdos transmitidos e o conhecimento esta relacionado ao processo cognitivo ou a absorção e apropriação desses saberes transmitidos. Já a habilidade (savoir-faire) está ligada ao sucesso e desempenho em determinada atividade, empreendimento. Portanto, as “habilidades” ou um conjunto de “habilidades” se propõem a descrever aptidões, “competências” específicas ou até mesmo “competências” gerais. (SILVEIRA, 2005).

Percebe-se que o limite conceitual entre “competência” e “habilidade” é bastante tênue e cumpre, em grande parte, um papel ideológico. Daí se pode concluir que “competência” se intui, articulação de “habilidades” e “saberes”.

Outros termos também aparecem nas organizações curriculares, a saber: Aptidão, atitude, etc. Conforme SILVEIRA (2005), em linhas gerais, a aptidão é uma disposição adquirida ou natural para realização de determinadas atividades intelectual ou física. Já a atitude reflete a forma como se conduz que refletem, em bom grau, os sentimentos e opiniões em relação a determinadas situações ou coisas ou condições etc.

Reafirmando a Noção de “Competências”, é bom lembrar que sua noção, na esfera educacional, tende a substituir as noções de “saberes” e “conhecimentos” e na esfera do trabalho, a noção de “qualificação”. A definição oferecida por SILVEIRA (2005) e adaptada por Perrenoud (1999) reafirma que: “competência” – “é a capacidade de mobilizar e articular conhecimentos, savoirs-faire, aptidões e atitudes para resolver eficazmente novos problemas, devidamente contextualizados, de forma fundamentada e consciente”. Isto é, para resolver um problema, o sujeito mobiliza os conhecimentos que sozinhos não são suficientes, sendo preciso, saberes, aptidões, habilidades etc. Isto é, “competências”. SILVEIRA (2005).

Cabe ressaltar que os princípios que são apresentados, na sequência, no Quadro 4 não são fixos ou únicos, assim como, as descrições de cada um deles. Assim, pode e deve haver, sempre que possível ou necessário, uma mobilidade entre os princípios e/ou suas características ou até mesmo uma característica aparecendo em mais de um princípio.

3 – METODOLOGIA

Por se tratar, essencialmente de pesquisa voltada para uma releitura bibliográfica, portanto, de ordem qualitativa, buscando uma sua aplicação à realidade brasileira, a metodologia utilizada teve como instrumento central uma ampla pesquisa bibliográfica realizada em dois eixos:

- Tecnologias na Engenharia Civil transversalizadas pelas questões da sustentabilidade;
- Formação do Profissional de Engenharia Civil, balizada pelos principais modelos do mundo e pelo modelo brasileiro.

A Coleta e tratamento dos dados se deram com base nesta metodologia e, por causa desse mesmo fato, durante a própria revisão procurou-se coletar dados e absorver entendimentos no sentido de consolidar as informações, criando quadros explicativos, agrupamento de dados e outras informações, bem como o delineamento seqüencial e encadeados dos dados dentro dos seus contextos. Procurou-se alcançar as interações e respostas, para os objetivos Geral e Específicos propostos, no sentido de responder ao problema e questionamento interrelacionados impostos pelo tema.

Por exemplo: subsidiado a construção de propostas apresentadas ao final do artigo que formulam uma no perfil de formação para o engenheiro Civil brasileiro frente às demandas do mercado e da sociedade por inovação tecnológicas, ferramentas convencionais e inovadoras da engenharia civil, gestão, princípios da sustentabilidade entre outras,

4 – RESULTADOS, ANÁLISES E PROPOSIÇÕES

Este capítulo aborda, de forma integrada, o condensamento dos dados e informações relevantes, descritos e examinados ao longo da revisão bibliográfica. Como já foi mencionado, esta pesquisa possui caráter qualitativo, dispensando, assim, interações quantitativas. Outro fato relevante que precisa ser destacado refere-se ao fato deste capítulo condensar os resultados, suas possíveis e respectivas análises, bem como, apresentar proposições em atendimento aos objetivos do presente Artigo.

No quadro 4, o autor procura sugerir de forma sintética e aplicada, alguns dos principais conceitos, princípios e características co-relacionadas que caracterizariam um “Engenheiro Civil Inovador - Funções, Papéis e Perfis de Sua Formação” , a partir da interpretação das diversas opiniões contidas no presente trabalho sobre o conteúdo tratado..

Quadro 4 – Proposições de Princípios curriculares e suas características gerais.

PRINCÍPIOS CURRICULARES	CARATERÍSTICAS GERAIS
Valores cidadania humanidades	<p>-Humanismo, tolerância, abertura, respeito, cidadania, amor próprio disponibilidade, humildade, honestidade intelectual, determinação solidariedade, exigência, rigor metodológico;</p> <p>- Responsabilidades profissionais & éticas e dos impactos das soluções de engenharia no contexto global & social;</p> <p>-Enfatizar no currículo conteúdos sociais; Implementar a participação dos estudantes em programas sociais</p> <p>- Enfatização no currículo de conteúdos de humanidades, para atender a demanda por um engenheiro de perfil largo.</p>

Competências	- Criar, inovar; dominar a complexidade; empreender; exercer espírito crítico; desenvolver-se pessoalmente; abrir-se culturalmente; comprometer-se; integrar a dimensão internacional; comunicar, transmitir; liderar uma equipe; trabalhar em equipe; desenvolver uma visão estratégica da empresa; decidir e agir; saber relacionar, adaptar-se.
Saberes	-Conjunto e conteúdos a serem transmitidos e exercitados. -Focalizar a educação em processos de "aprender a aprender", desenvolvendo uma atitude criativa e pró-ativa.
Conhecimentos	-ciências fundamentais; ciências sociais e humanas; -Conhecimentos relacionados á empresas e seus setores de atividade; ciências do engenheiro; conhecimento das tendências e soluções contemporâneas;
savoirs-faire ou habilidades	-habilidade em projetar e conduzir experimentos e analisar dados, bem como, projetar componentes de sistemas ou processos; -habilidade em aplicar conhecimentos de matemática, ciência & engenharia, em usar técnicas & skills & ferramentas da engenharia necessárias para a prática da engenharia e para identificar, formular & resolver problemas de engenharia; - habilidade para trabalhar em equipes multidisciplinares e comunicar-se eficazmente.
Aptidões e capacidades	-capacidade de abstração, agilidade intelectual, capacidade de trabalho e rigor; capacidade de aprendizado contínuo.
Transversalidade	-Integrar aspectos ambientais com o conteúdo técnico, em paralelo com cursos sobre engenharia ambiental; -Multidisciplinaridade, Estimulando a educação interdisciplinar; -Estágios; Incubadoras de empresas; Extensão e pesquisa; Contato com o mercado externo e com egressos; Inserir o currículo no contexto internacional; Integrar os conteúdos currículos não apenas no fim do curso, mas também ao longo de toda sua duração; Aumentar a relação entre a graduação e a pós-graduação;
Base tecnológica	-Laboratório; Pesquisas orientadas; Contato e Apropriação de novas tecnologias.
Base científica	-Contato com ciências diversas, curriculares e não curriculares. -Intercâmbio com instituições científicas; Contato e Produção de trabalhos científicos.
Inovação empreendedorismo	-Contato com novas tecnologias e apropriação de novas tecnologias; Transversalidade de conhecimentos e amplitude de contextualizações, metodologias; Visão do mundo e do mercado atualizados; Projeção e Perspectivas de futuro; Espírito empreendedor, modelos de gestão, Criatividade e Coletividade, gerenciamento.

Fonte: o autor (Rohan, U.) com base em dados de SILVEIRA (2005), MOLINA & JUNIOR (2014), (CNE, 2002), PERRENOUD, (1999) REBELATTO & NOSE (2001) Silva, D. da. (1999), (Freitas e Silva, 2014).

De forma didática, os princípios elencados no Quadro 4 representam, em linhas gerais, na interpretação do autor, um bom arcabouço para a construção curricular, considerando::

- Os valores marcados acima são características a serem reforçadas nos alunos.
- As competências estão apresentadas sempre por verbos, isto é, como capacidades potenciais.
- os saberes apresenta implicitamente, a flexibilização curricular no tocante ao conjunto de disciplinas obrigatórias, optativas e eletivas que o curso deve definir no currículo, em consonância com o Projeto Pedagógico do curso, para alcançar o perfil de formação desejado, bem como sua disposição ao longo do curso.



- Os conhecimentos estão agregados em grandes grupos, sem maiores especificações.
- savoirs-faire ou habilidades estão definidos de forma geral para o cotidiano do aluno de engenharia civil e para sua futura prática profissional
- Aptidões e capacidades remetem a própria capacidade do aluno em desenvolver suas aptidões. É implícita ao princípio da aptidão, a sua própria existência relacionada à área da engenharia civil.
- Transversalidade - remete a todos os processos que interferem, impactam, complementam e dão amplitude ao novo perfil de engenheiro civil desejado, oferecendo uma margem mais alargada de perspectivas e contextualizações.
- Base tecnológica – Uma formação com boa base tecnológica atual requer experiências desenvolvidas em laboratórios, desenvolvimento computacionais, apropriação de novas tecnologias e abertura para a inovação e empreendedorismo.
- Base científica – o fortalecimento do aprendizado a partir de apropriação de conhecimentos científicos seja relacionado às ciências, ou a inserção no mundo científico por meio de publicações, intercâmbios etc.
- Inovação e empreendedorismo - neste princípio são relatadas algumas das características que devem integrar a formação de um aluno ou profissional de engenharia civil com o perfil inovador e empreendedor.



5 - CONCLUSÕES

As questões referentes a apropriação de novas tecnologias, da dinâmica atividades mercado da engenharia civil, bem como, as inovações requeridas or este nicho e pela sociedade como um todo, aliados ainda, às questões demandadas nos princípios da sustentabilidade reflete em bom grau o processo globalizado, não do ensino, educação e culturas, como também refletem, o modo de produção, o trabalho, os valores sociais, econômicos e até mesmo práticas ambientais uniformizadas. Pode desta forma, inclusive dizer que as profissões são globais, e, neste bojo, está inserido o profissional de engenharia civil.

Com base no estudo realizado neste artigo é correto aceitar que a formação do engenheiro civil brasileiro precisa estar adequada, adaptada a essa nova realidade. Um engenheiro civil de firmação ampla, mas também, inovadora. A este profissional podemos atribuir a condição de Engenheiro Civil Inovador.

O presente artigo descreveu e analisou os principais modelos de formação desse profissional no mundo e no Brasil, descreveu também as tecnologias tradicionais e inovadoras, apontando a sustentabilidade como um tema transversal e constante. Da mesma forma, a metodologia utilizada possibilitou responder as questões centrais do tema (problema e questão de pesquisa), subsidiando assim, a aproximação ponderada da consecução dos objetivos geral e específicos expressos no conjunto de proposições oferecidas com vistas a Construção sugerida do papel, funções e perfil geral e curricular para a Formação do Engenheiro Civil Inovador no Brasil.. Como sugestão para trabalho futuros, se poderia expandir a presente pesquisa para outras Áreas e/ou ciências.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J.C. Avaliação de Impacto Ambiental na Legislação Brasileira. Revista de Administração de Empresas / EAESP / FGV, São Paulo, Brasil – RAE-Ambiental. V. 35, n. 2, p. 78-85, Mar./Abr. 1995. Disponível em:

http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S0034-75901995000200010.pdf - Acessado em julho de 2015.

CASAGRANDE JR, Eloy Fassi. Inovação Tecnológica e Sustentabilidade: integrando as partes para proteger o todo. Palestra do Seminário de Tecnologia–PPGTE–CEFET-PR: Curitiba, 2003 - (Eloy Fassi Casagrande Jr. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Disponível em: <https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/23231.pdf> - Acessado em: 06 de maio de 2016.

CONFEA – CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA – LEGISLAÇÃO- RESOLUÇÃO Nº 1.010, DE 22 DE AGOSTO DE 2005. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=550> – Acessado em setembro de 2015.

CONFEA. Trajetória e Estado da Arte da Formação em Engenharia, arquitetura e agronomia - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia- 2010 - V. 2 / - In: INEP - Instituto Nacional de Estudo e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - ENGENHARIAS-VOLUME II - ENGENHARIA CIVIL.pdf - Download - Brasília-DF janeiro de 2010 – Disponível em:

<http://www.publicacoes.inep.gov.br/portal/download/713> - Acessado em julho de 2015

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002.(*). Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf> - Acessado em setembro de 2015

DECISÃO RIO 2014-2016 - FIRJAN-FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – SISTEMA FIRJAN - DECISÃO RIO – INVESTIMENTOS 2014/2016. DEZEMBRO, 2013. Disponível em: www.firjan.org.br/decisaorio - (FAÇA DOWNLOAD DO ESTUDO > - DOWNLOADS - Estudo Completo - PDF – 81.3 MB). Acessado em julho de 2015.

FIRJAN – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – SISTEMA FIRJAN – CONSTRUÇÃO CIVIL – DESAFIOS 2020 – Construção Civil: Desafios 2020 – versão completa. 14/10/2014 – Disponível em: <http://www.firjan.com.br/construcao-civil/desafios.htm> - Acessado em agosto de 2015.

FREITAS, A. L. P.; Silva, V. B. . Avaliação e classificação de instituições de ensino médio: um estudo exploratório. Educação e Pesquisa (USP. Impresso), v. 40, p. 29-47, 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/ep/v40n1/aop1268.pdf> - Acessado em agosto de 2015.

MATEUS, R. NOVAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS COM VISTA À SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho. (2004) – disponível em:

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/817/5/Parte%20I.pdf> - Acessado em 05 de maio de 2016.”

MOLINA, Mauricio Leonardo Aguilar & JUNIOR, Waldyr Azevedo. FORMAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: DESAFIOS PARA O CURRÍCULO NA UFJF - COBENGE/2014 – ENGENHARIA: MÚLTIPLOS SABERES E ATUAÇÕES – 16 a 19 DE SETEMBRO/



Universidade Federal de Juiz de Fora - MG – Faculdade de Engenharia Campus da UFJF, Martelos - Juiz de Fora - MG. Disponível em:

<http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129281.pdf> - Acessado em setembro de 2015.

PERRENOUD, Philippe. Construir as competências desde a escola. Editora ARTMED. Porto Alegre, 1999. Philippe Perrenoud - Disponível em:
<http://copyfight.me/Acervo/livros/PERRENOUD,%20Philippe%20-%20Construir%20as%20competen%C7cias%20desde%20a%20escola.pdf> – Acessado em setembro de 2015. O perfil do engenheiro segundo as empresas. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

PINHEIRO, M. D. (2006). Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente. Lisboa, 2006, página 107 - Disponível em:

<http://docplayer.com.br/324743-Ambiente-e-construcao-sustentavel-manuel-duarte-pinheiro.html> – Acessado em 06 de maio de 2016.

REBELATTO, D. A. N.; NOSE, M. M., 2001, Porto Alegre RS. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001. Disponível em:
<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/DTC007.pdf> - Acessado em agosto de 2015.

SILVA D. da, “O engenheiro que as empresas querem hoje”, In: I. von Linsingen et al, “Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica”. Décio da Silva - Florianópolis, Editora da UFSC: 1999 pp. 77-88 – Disponível em:

<http://user.das.ufsc.br/~andrer/ref/bibliogr/educ/eng/eng5.htm#art5> – acessado em agosto /2015.

ROSÁRIO, Ivo André Antunes. GESTÃO DA INOVAÇÃO NUMA EMPRESA DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA CIVIL - Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES, FEVEREIRO DE 2011 - (Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.) – Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59076/1/000146123.pdf> - Acessado em 06 de maio de 2016.

SILVEIRA, M. A. da. A Formação do Engenheiro Inovador: Uma Visão Internacional/ Marcos Azevedo da Silveira. 1^a Ed. Rio de Janeiro: PUC-Rio-ABENGE, 2005. V. 1. 197p. Disponível em:

<http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/7482/7482.PDF> – Acessado em setembro de 20