

179 Lições que Aprendi como Projetista de Estruturas



O que ensinam os Engenheiros do
Grupo Calculistas

Fevereiro, 2015

P R E F Á C I O

As Lições que encontrarão no texto expressam a experiência rica e diversa, sincera e autêntica, de um representativo número de engenheiros projetistas de estruturas de concreto e metálicas, de inúmeras partes desse país, que já exercem essa atividade profissional há alguns anos. Dentre esses, contam-se veteranos, engenheiros de longa data, com muitas histórias e ensinamentos a oferecer.

Não esperem encontrar unanimidades, mas sim lições diversas, às vezes controversas, que compõem o realismo do cenário multicolorido de experiências vividas. Não duvidem, no entanto, de sua veracidade nem de sua generosidade, pois brotaram, espontaneamente, da memória e do amor pela profissão.

Não esperem, também, encontrar nessas Lições um Manual de Procedimentos de Cálculo Estrutural, pois as confissões registradas nessas lições são sintéticas, retratos isolados da experiência profissional, de queixas, de fracassos, de sucessos e de aprendizados, que estão aí para serem entendidas, julgadas, assimiladas e convertidas, se possível, em sinalizações úteis de salvaguarda profissional.

Um fato, no entanto, deve restar bem claro: essas Lições são uma conversa íntima entre colegas de profissão e pressupõem que seus leitores atravessam hoje as mesmas dificuldades que as frutificaram ou são aqueles que vislumbram dar os primeiros passos nessa desafiadora estrada.

A importância desse inédito e valioso documento se fortalecerá com o passar dos anos, pela sua representatividade histórica no cenário de nossa profissão nesse venturoso ano de 2015.

O mérito pela iniciativa dessas Lições cabe inteiro ao colega e dileto amigo Justino Vieira, que as sugeriu e as exemplificou com sabedoria e humor.

A. C. R. Laranjeiras
Engenheiro de Estruturas
28/02/2015

- 1) Coordenador de Projeto, quando não sabe o que fazer, marca uma reunião.



- 2) O Projeto com menos erros não é o mais conferido, é o feito com mais atenção.



- 3) Engenheiros com 1 - 2 anos de formado devem ser fiscalizados com atenção. Como diz Adélia Prado, ainda não ganharam indecisão.



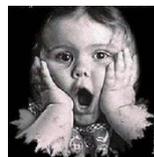
- 4) A pressa passa, a merda fica.



- 5) De todos os parâmetros considerados no lançamento de uma Estrutura um dos mais significativos - e, no entanto, subestimado - é a cultura técnica do Cliente.



- 6) Muitos engenheiros de obra não têm qualquer noção sobre a Estrutura que estão edificando.



- 7) Laje em balanço deve ter, pelo menos 12cm, mesmo sob pequenos esforços.



- 8) Equipe tem que ter pegada de time: todo mundo grita com todo mundo, mas o objetivo comum é a vitória.



- 9) Para o Construtor, resultado ruim de Concreto não é problema para a Concreteira, mas sim para o Calculista.



- 10) Jamais peça trabalho para Cliente, pois, se já é duro negociar quando o cara vem a você, imagine o contrário!



- 11) Pilares, Fundações e Transições devem ser conferidos por quem assina a ART.



- 12) Sempre que aparece uma fissura, prevista ou não, o projetista é o primeiro a ser lembrado para dar um parecer.



- 13) Seu cliente não é quem te paga, mas sim a estrutura que você projeta.



- 14) Os desenhos devem sair do escritório de projeto estrutural em braille, pois poderão ser lidas por cegos.



- 15) Se você olhar o modelo e achar que "não passa", por favor, não calcule!



- 16) Os projetos devem sempre anteceder a execução.



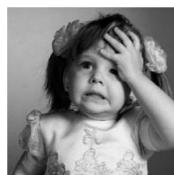
- 17) Erro de desenho só existe dentro do escritório. Quando o projeto é entregue o erro é do dono do escritório.



- 18) Se você desconfiar que algo no projeto pode dar errado, vai dar errado mesmo.



- 19) Se o engenheiro da obra lhe disser "*pensei que...*", interprete assim: "*acabei de me ferrar*".



- 20) Quando o mestre de obras ou o engenheiro da obra lhe disser: "*Dr. tenho algumas perguntas*", na verdade, eles estão lhe dizendo: "*Não entendemos nada do seu projeto*".



- 21) Quando for verificar algo que já fez, leve o maior tempo possível, dias, se possível, pois facilitará perceber os seus erros.



- 22) Programa integrado de cálculo é ótimo, mas tenha muito cuidado e faça sempre suas continhas simples fora dele, pois ele faz travessuras às escondidas.



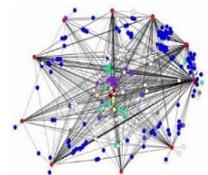
- 23) Cuidado com os Construtores cupins que adoram furar suas vigas.



- 24) Muitos problemas e custos financeiros imputados às estruturas nascem no Projeto de Arquitetura. Quando perceber uma oportunidade de melhoria chame o Arquiteto para uma conversa, mas vá com calma!



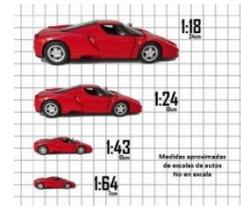
- 25) Projeto simples e projeto simplificado são coisas bem diferentes.



- 26) Verificação de projeto só em planta plotada. Na tela não se faz verificação. Apenas conferência de cotas.



- 27) Papel aceita qualquer coisa. Na dúvida, desenhe em escala.



- 28) Confira a armação das peças mais importantes na mão. Faça uma conta de padaria.



- 29) Se o pórtico ou a grelha estão apresentando diagramas estranhos, tem alguma coisa estranha. Se não encontrou o que é, comece de novo, do zero.



- 30) Pré-moldado e balanço são iguais a limão em suco de laranja: pode colocar um pouco, mas se colocar demais, azeda.



- 31) Faça emissão de muitos desenhos logo no início, quando a obra tem dinheiro... Porque, depois, só Deus sabe!



- 32) ...Onde houver tração, que eu leve Armadura...



33) Tem projeto que só deixa de mudar quando concreta.



34) Se o Engenheiro não sabe modelar o problema sem ter o computador, não deve fazê-lo tendo o computador.



35) O solo de fundações ou de contenções teima em não se comportar de acordo com certos modelos matemáticos ou considerações de projeto, principalmente a médio e longo prazo.



36) Verificar na obra se as lajes pré-fabricadas correspondem ao projeto.



37) Se você achar que algo está errado é porque está mesmo.



38) Os barcos do arquiteto e do construtor são furados, não embarque neles.



39) Quando lhe perguntarem "Pode?" nunca responda que sim, sempre diga "Talvez".



- 40) Soluções de obra sempre têm alguma coisa errada.



- 41) Lajes em balanço não têm pai nem mãe, são sós no mundo.



- 42) “Só sei que nada sei, e o fato de saber isso me coloca em vantagem sobre aqueles que acham que sabem alguma coisa”. (Sócrates)



- 43) Não diga, escreva!



- 44) Em geral, o projeto estrutural já começa atrasado, pois os prazos são consumidos pela equipe de Arquitetura.



- 45) Quem desenha um detalhamento não consegue conferir porque sempre entende o próprio desenho.



- 46) Para conferir um projeto estrutural é obrigatório entender todos os detalhes da obra, pois não basta conhecer apenas o pavimento-tipo.



ENGENHEIRO

- 47) Entregar o detalhamento no sufoco da pressa implica em aceitar que existirão erros de projeto.



- 48) O detalhamento de armadura deve prever que o armador brasileiro não é um relojoeiro suíço.



- 49) Curar um concreto não significa deixar secar ao sol.



- 50) Para não ter surpresas com o concreto, basta não efetuar seu controle de resistência.



- 51) Para não ocorrer fissura em alvenaria abaixo de uma cobertura em terraço sem sombreamento, basta eliminar o último pavimento do edifício.



- 52) Se o projeto é mal contratado, com preço baixo está arriscado a sair ruim!



- 53) Se o projeto começa com a obra já em andamento, é provável que o mesmo não seja finalizado antes do término da concretagem. Isso, se não houver problemas com a resistência do concreto.



54) Não guarde nada na memória, consulte e anote tudo.



55) Faça sempre a verificação da implementação da verificação.



56) Só chute da marca do pênalti para a frente.



57) Nunca erre sozinho. Procure sempre a companhia das normas, de alguma publicação ou de um colega mais experiente.



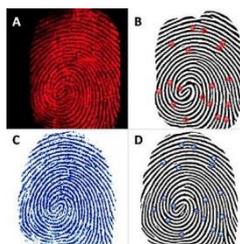
58) A maior fonte de erro está no Ctrl c, Ctrl v.



59) Só projetista lê nota de desenho.



60) A memória de cálculo é a sua impressão digital na cena do crime, mas, ao contrário dos casos policiais, quanto mais nítida menos suspeito você se torna.



- 61) A melhor solução caminha ao encontro da simplicidade. Se uma solução é simples para projetar, ela será simples para construir.



- 62) Com balanço não se brinca! Sempre refaça sua conferência.



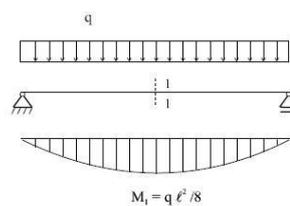
- 63) Sempre desconfie dos resultados das máquinas, contas por aproximação são valiosas!



- 64) Nada melhor que um desenho bem feito.



- 65) Nada melhor que o famoso $ql^2/8$.



- 66) O bom engenheiro é o que pensa e depois faz, o excelente sempre desconfia.



- 67) O projetista vende solução e não papel. Se uma solução para um problema complexo é muito simples, ela deve ser mais cara e não mais barata.



- 68) A teoria da precisão da estrutura é: meça com um micrômetro, marque com um giz e corte com um machado.



- 69) Se o empreiteiro está construindo sua primeira barragem as juntas de concretagem não serão bem tratadas e vazarão, e os equipamentos não serão bem locados.



- 70) Ao calcular blocos de ancoragem confira minuciosamente os esforços fornecidos pelo engenheiro mecânico. Alguns consideram esforços de temperatura brutais. Outros simplesmente os desprezam.



- 71) A combinação das qualidades seguintes a um engenheiro de campo: liderança, iniciativa, arrojo, mas nada de experiência em engenharia estrutural e má formação técnica pode levar uma estrutura à beira do colapso.



- 72) Se o cliente é chato ou quer mostrar serviço, prepare-se para questionamentos. Seja paciente.



- 73) Se o seu chefe não sabe calcular e você vai sair de férias, diga que está tudo OK e que ele não precisa fazer nada até você voltar. Mas se ele for empreendedor e tiver muita iniciativa, prepare-se para o pior.



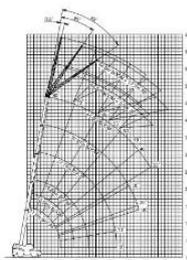
- 74) Se você é novo no pedaço e vê uma solução absurdamente cara e sabe como resolve-la pela metade do preço, vá devagar para colocar suas ideias de modo impessoal, pisando em ovos.



- 75) Se você for projetar algo com solução incomum, prepare-se pois no dia da execução o ambiente estará cheio de curiosos querendo saber como a coisa fica em pé.



- 76) Quando fizer um memorial cheio de detalhes, com geometria complicada, e alguém o verificar e disser que não há erro algum, tenha certeza que ele não verificou direito.



- 77) Se o projeto foi feito por um expert na área mas a execução é complicada, mesmo sendo mais novo insista na solução mais simples. A obra vai agradecer. E o expert no futuro também.



- 78) Se a sua solução é melhor do que a de seu chefe, cuidado. Conflito à vista. Mas é uma briga boa de comprar se você não precisa do emprego.



- 79) Se o seu cliente na primeira reunião não chama o único engenheiro da empresa, tenha certeza de que ele vai desrespeitar a sua engenharia também.



- 80) Uma das coisas mais corretas e mais difíceis numa perícia é ter que incluir na condenação aquele que o contratou.



- 81) Quando a obra está quase pronta e se percebe tardiamente que alguma coisa está muito errada, pouca gente vai ficar para ajudar a resolver o problema. E os eventuais culpados vão fazer o possível para que a coisa fique como está, tentando diminuir a gravidade do erro. Aponte o dedo na ferida, sugira as soluções, mantenha-se firme e corrija o problema. Os empreendedores serão eternamente gratos a você.



- 82) Fazer besteiras conscientemente e, depois, torcer para que tudo dê certo, é um caminho garantido para muitas noites insones.



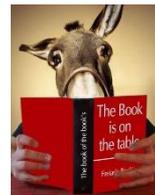
- 83) Nenhuma ferramenta é melhor do que o artesão que a utiliza.



- 84) Os computadores têm uma grave deficiência: fazem o que você manda eles fazerem, não o que você quer que eles façam.



- 85) A burrice implícita nunca é atributo de um sistema, mas sim dos analistas e programadores que o desenvolveram.



- 86) Computadores são máquinas que produzem lixo com excelente apresentação e alta credibilidade.



- 87) O acrônimo GIGO significa "*Garbage-In, garbage-out*" (Lixo-entra, Lixo-sai), não "*Garbage-in, gospel- (evangelho=verdade) out*".



- 88) O "*Audaces fortuna juvat*" (A fortuna ajuda os audazes) é muito louvável, mas nunca deve atropelar as leis da gravitação universal.



- 89) *Caveat Emptor* (Cuidado, consumidor): todos os programas estruturais são vendidos "AS IS" (em seu presente estado, assim como está). Assim, a responsabilidade por possíveis erros no aplicativo fica por conta dos compradores/usuários.



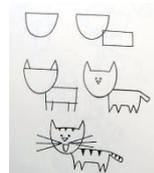
- 90) Nunca projete pontes com dentes Gerber, caso contrário, no futuro, alguém falará mal da senhora sua mãe.



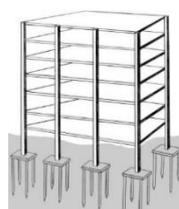
- 91) Reaja com improperérios e pontapés na virilha todas as vezes que receber um anteprojeto de uma ponte com o gabarito inferior e o greide já definidos pelo pessoal de traçado geométrico. Quem tem que definir os vãos e a variação da altura ao longo da obra é o seu projetista.



- 92) Aprenda a desenhar a lápis, sem régua e em escala.



- 93) Estrutura é o que leva as cargas até a fundação, cabe ao engenheiro "ver" o caminho percorrido.



94) A melhor concepção é a mais simples.



95) O ótimo é inimigo do bom, principalmente considerando os prazos disponíveis para projeto.



96) Humildade, sempre!



97) O mais importante no início da carreira não é onde se trabalha e sim com quem se trabalha.



98) Mestres... O que seria de nós sem eles.



99) Se a coisa está ruim, não invente! Gambiarra só dá m....!



100) O engenheiro é, por definição, o louco que viabiliza as maluquices do arquiteto.



- 101) A engenharia resolve quase tudo. O que atrapalha é o cronograma e o orçamento!



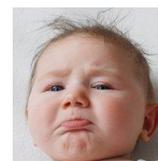
- 102) Em função do nível de interesse do Proprietário ou Contratante, elaborar proposta para seus serviços com uma explanação sucinta das especificações básicas do projeto estrutural proposto.



- 103) Esclarecer nessa proposta as condicionantes para a realização do projeto: arquitetônico executivo, levantamento plane-altimétrico do terreno, perfis de sondagens, etc.



- 104) Se for projetar reformas e/ou ampliações, exigir também os projetos arquitetônico e estrutural atuais, caso contrário, cadastro executado por profissional com ART, ensaios destrutivos e/ou não destrutivos da estrutura existente. Quase sempre não conseguimos o estrutural original.



- 105) Cumprir os prazos prometidos.



- 106) Apresentar o projeto das formas para compatibilização e aprovação pelo projetista do arquitetônico.



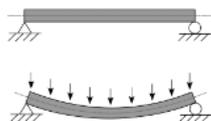
- 107) Dificilmente um arquiteto coloca uma locação provável dos pilares no arquitetônico. Assim, melhor seria a contratação do estrutural junto com o arquitetônico.



- 108) Os memoriais de cálculos geralmente são solicitados para as obras públicas e as obras particulares de médio e grande porte. Ter sempre em seus arquivos uma memória de cálculos mínima dos seus projetos.



- 109) Durante a execução do estrutural, especial cuidado na concepção e lançamento dos seus elementos, bem como, uma verificação cuidadosa dos deslocamentos, especialmente em vigas.



- 110) Atendimento primordial às recomendações das Normas Técnicas Brasileiras, e, subsidiariamente, às estrangeiras, na inexistência do assunto em norma nacional.



- 111) Sempre que possível, para os projetos de maior porte, exigir os Atestados de Capacidade Técnica do cliente, para poder junto ao CREA obter as Certidões de Acervo Técnico.



112) Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina" (Cora Coralina).



113) Saiba sempre a origem de qualquer informação do seu projeto.



114) Tenha argumentos **técnicos** para defender o seu projeto. Evite a pérola: "Eu sempre fiz assim".



115) O Cliente contrata um especialista porque não sabe fazer. O projeto não deve ser desenvolvido como ele quer.



116) Para a pérola: "*Mas eu sempre fiz assim e está de pé até hoje!*", uma boa resposta: "O bom profissional sempre segue as boas práticas da engenharia e prescrições normativas. O improviso tem maior risco de falhar."



117) Não tenha pressa em concluir o curso de graduação.



118) Se sentir que o estágio não está colaborando na sua formação, demita-se!



119) Antes de modelar uma estrutura, saiba de antemão o resultado. Depois ache um modelo matemático que confirme isso.

$$\begin{aligned}\frac{dL}{dt} &= \alpha_1 L(t) + \beta_1 (R_L P(t)) + A_p \\ \frac{dP}{dt} &= \alpha_2 P(t) + \beta_2 (R_P L(t)) + A_L (Z(t)) \\ \frac{dZ}{dt} &= \alpha_3 Z(t) + \beta_3 P(t)\end{aligned}$$

120) Engenheiros loucos ou Arquitetos que fazem maluquices deveriam estar em hospícios, pois ambas as profissões exigem um grau muito alto de discernimento e sensatez.



121) Quando o Calculado = Desenhos = Executado em obra = Solicitação do cliente, procure rever porque tem algo errado....



122) No projeto, nunca indique medidas em graus. O pessoal da obra não vai além da “meia esquadria”.



- 123) Se a obra estiver andando e ninguém teve nenhuma dúvida, melhor dar uma olhada nela.



- 124) Estruturas devem ser concebidas como se fosse projetar e calcular a própria Mãe.



- 125) Se a perfeição não for possível atingir, que o resultado do projeto espelhe, no mínimo, o próprio Filho.



- 126) Todas as universidades de engenharia civil depois de terminadas as cadeiras de concreto armado e protendido deveriam ministrar aulas intensivas, por um semestre, de como não se deve projetar uma estrutura.



- 127) Nenhuma estrutura é tão simples que não valha a pena ser conferida durante a execução.



- 128) Quando for calcular uma ponte lembre-se de que a maior enchente no local ainda está por vir.



- 129) Não confie em memórias vivas ou de pessoas que se lembram dos mínimos detalhes de uma estrutura que você vai modificar e não tem nenhum desenho.



- 130) Cheque sempre as informações de cargas fornecidas por fabricantes de equipamentos, pois muitas vezes estão erradas.



- 131) Nunca aprove modificações solicitadas em estruturas que você projetou sem fazê-lo por escrito e detalhadamente.



- 132) Cheque sempre a ordem de grandeza dos valores fornecidos pelos softwares de cálculo e, em dúvida, refaça o cálculo, de preferência sem o software, se o tempo permitir.



- 133) Nunca aceite calcular uma estrutura se o cliente não aceitar pagar as visitas de inspeção e conferência.



134) Lembre-se: Qualquer que seja o problema apresentado por uma estrutura, nunca irão perguntar quem executou mas, sim, quem calculou?



135) O médico enterra o erro, mas o erro enterra o Calculista.



136) Nenhuma obra é melhor do que seu projeto.



137) Em se tratando de estrutura de concreto armado, a pressa é amiga da imperfeição.



138) A função do engenheiro é conferir e não confiar.



139) Desenhe. Se ficar bonito está certo.



- 140) Computador é um grande auxiliar, mas sempre AUXILIAR. Não é o CHEFE.



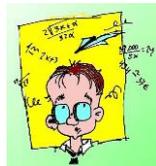
- 141) As especialidades na engenharia são simplificações feitas pelo homem. A boa engenharia exige mais do que só especialistas.



- 142) Independente da experiência do autor do projeto original, o projeto pode ser sempre melhorado. Se é seu, uma hora é preciso parar de melhorar e entregar, mas alguém, ainda poderá melhorá-lo.



- 143) Se quem define o preço do projeto nunca soube calcular, com certeza vai dar preço errado.



- 144) É sempre bom ir até a obra, pelo menos para ver que ela é bem maior do que você.



- 145) Ao contrário de tirantes, a ação da gravidade é sempre confiável.



- 146) Trabalhando com projetos industriais conhece-se melhor como funciona o País.



- 147) As estruturas têm mais chances de cair se foram projetadas por dois tipos de calculistas: os jovens que não percebem ainda o significado dos números e os muito experientes, que por excesso de confiança já não calculam mais.



- 148) Computador, você é que é meu escravo; não eu.



- 149) Guarde na memória tudo o que Você fez. O que deu certo e o que não deu. Isso aumenta a sua **Intuição**, uma grande amiga e conselheira de um calculista.



- 150) Projetar estrutura ficou muito mais fácil depois que aprendi a falar: "Não sei", "Não quero" e "Não faço".



151) Cabe ao Engenheiro garantir a qualidade do resultado da obra.



152) Nunca trate um projeto de pequeno porte como se fosse um projeto pequeno. Ele merece tanta atenção quanto as maiores obras.



153) Ouça bem e observe a situação antes de dar qualquer opinião. O melhor é só falar quando solicitado.



154) Para projetar eficientemente uma estrutura devemos analisar as deformações previsíveis e tentar, na medida do possível, combater ou controlar as mesmas de uma forma mais restritiva e duradoura.



155) Dimensionar fundações sem sondagem não dá!



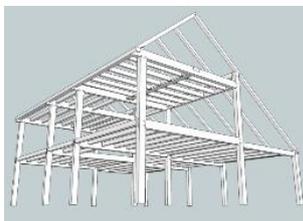
156) A quantidade e qualidade das informações fornecidas é proporcional à quantidade e qualidade das informações recebidas.



- 157) Se há vários modelos de comportamento possíveis e há dúvida de como a estrutura vai trabalhar, escolha o modelo que resulta no trabalho mínimo, ou seja, nos mínimos deslocamentos.



- 158) O produto final de um projeto estrutural é o desenho entregue ao contratante. Se ele contiver erros, de nada valerá ter usado o que há de melhor na engenharia nas etapas anteriores de lançamento da estrutura, modelagem e detalhamento dos seus elementos.



- 159) A força da gravidade funciona 7 dias por semana 24 horas por dia.



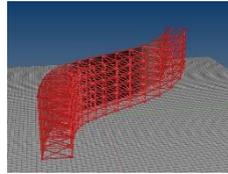
- 160) Muitas vezes, um pilar a mais é melhor que uma transição perigosa.



- 161) Uma subida escalonada é mais segura do que uma parede vertiginosa.



162) As redundâncias são sempre sábias.



163) Esbeltez excessiva, segurança reduzida.



164) Deve-se depurar um projeto tantas vezes quanto se achar necessário, mesmo que demande um pouco mais de tempo.



165) Saber ouvir, saber calar, saber falar quando necessário... e também gritar quando for urgente!



166) Desconfiar sempre dos "presentes" que lhe dão.



167) Cuidado ao cumprir uma ordem dada por outrem a qual você assinará!



168) Só pague aquilo que realmente está feito!



169) Ser Engenheiro e exercer a Boa Engenharia é um privilégio.



170) O conhecimento não deve ficar guardado, apenas, no interior de cabeças pensantes. Ele deve ir adiante para que surta efeitos e sobreviva.



171) Se quiser dormir rápido e tranquilo, vá tomar muitos cafezinhos nas obras dos seus projetos, mesmo que não seja convidado.



172) Quanto mais tempo, o engenheiro fica com o desenho em sua frente, mais qualidade ele agrega ao projeto.



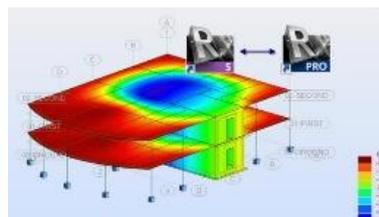
- 173) O Engenheiro de Estruturas deve ser, antes de um ótimo calculista, um ótimo criador e inovador de sistemas estruturais.



- 174) O Engenheiro de Estruturas, antes de qualquer conta, deve prever o comportamento **qualitativo** da estrutura. Isso é a chamada "sensibilidade estrutural".



- 175) O cálculo estrutural serve para corroborar ou não aquilo que criamos. Não é o fim, mas o meio.



- 176) A faculdade de Engenharia não nos ensina a criar, apenas a calcular. Aprendamos pois com os arquitetos, afinal, somos também arquitetos, só que de estruturas.



- 177) A mesma estrutura de um mesmo edifício com mais de 20 pisos, se modelada em dois programas distintos, resultam deslocamentos laterais diferentes entre si.



- 178) O Engenheiro de Estruturas deve fortalecer suas raízes, primeiramente, não com a Mecânica Estrutural e a Resistência dos Materiais, mas sim com a Mecânica Clássica e a Matemática.



- 179) O Engenheiro de Estruturas deve ser um apaixonado pela Arquitetura, pois é nela que grande parte das estruturas se inserem.

