
Área Cinzenta

O que é certo, o que é errado e aquilo que na realidade fazemos

–Luis Moura
lmoura@protonmail.com

22 de Maio de 2020

O que é certo, o que é errado e o que fazemos

Luis Moura

22 de Maio de 2020

Este é um modelo para Tufte em Latex, sendo baseado no modelo criado por Pandoc e Rmarkdown. O template está preparado para ser usado em Kile com real time preview. Algumas opções como a package minted, não estão incluídas por ser necessário usar shell-escape para a conversão. Embora existam advertências na produção do pdf, o resultado final parece estar bem.

1 Introdução

Tinha um professor na Universidade, um engenheiro de cabelos brancos que vestia sempre uma camisa da mesma cor do cabelo, e no bolso da camisa, trazia sempre uma escala, um lápis, uma caneta técnica e uma máquina de calcular. Nas aulas, ele começava por dar o sumário da mesma. Primeira coisa a aprender, o que é certo, seguido do que é errado e finalizando com o que realmente fazemos.

Na altura, eu já trabalhava na construção como carpinteiro fazia uns poucos anos e por isso já estava um bocado familiarizado com o que se passa dentro de um Estaleiro-de-Obra. No entanto, achava estranho que um professor, um engenheiro reconhecido, dedicasse uma parte da aula a explicar as técnicas usadas regularmente na construção. Não as certas, não as erradas, mas sim aquelas que todos os dias eram utilizadas em centenas de obras pelo mundo inteiro. Como estudante, eu gostava de perceber os métodos corretos, que são baseados em testes e da implementação dos códigos. Também achava interessante perceber o que é errado, o que tinha falhado, que procedimentos tinham levado à falha estrutural.¹ Mas para mim não fazia sentido aprender "o que fazemos". Afinal de contas, um procedimento construtivo ou é certo e é estruturalmente correto, ou então é errado, e existe a criação de fendas e rachaduras e na pior das hipóteses, a rotura da estrutura. Certo ou errado, preto ou branco. O meio termo, a área cinzenta, não fazia sentido para mim. Ou fazemos uma obra de acordo com os métodos e procedimentos do código, o que será uma obra bem feita, ou então não o fazemos e podemos ter um desastre cosmético ou estrutural que pode resultar na perda de vidas humanas.

Essa área cinzenta, entre o que é certo e errado, só viria a fazer sentido mais tarde. Nessa altura, já eu era Diretor de uma empresa de construção e tinha que supervisionar várias obras e tomar decisões quanto aos procedimentos, materiais, horários, etc. Em uma obra de construção civil, existem 3 pilares nos quais assenta o projeto: Preço, Qualidade e Tempo.²

Qualquer alteração em um deles, tem impacto nos outros dois. Como exemplo, uma melhoria na qualidade dos acabamentos, significa um aumento no preço e um aumento do tempo de contrato da obra. Para o Dono-de-Obra, um bom projeto é aquele que é feito ao menor preço, de elevada qualidade e no menor tempo possível, e ele vai manter essa pressão durante toda a duração do projeto, quer durante alterações por Trabalhos Adicionais como por Trabalhos Imprevistos. Por outro lado, eu tinha que garantir que o Projeto gerasse lucro para a empresa. Dezenas de trabalhadores dependiam desse sucesso para poderem continuar a trabalhar para a

¹ Ainda hoje um dos tópicos que mais gosto de estudar é o de acidentes na engenharia civil e assim tentar evitar os erros que outros já cometeram

² O Construction Management Association of America - <https://www.cmaanet.org/>, define o número de pilares de um projeto de construção civil como seis - Custo, Tempo, Qualidade, Segurança, Risco e Sustentabilidade. No entanto, somente vou focar nos 3 iniciais.

minha empresa. Se um projeto não gerasse lucro, colocaria em causa também a minha qualidade como Diretor, perante o Dono da minha empresa. Mas não basta gerar lucro para a empresa, para um projeto ser considerado um sucesso. É necessário também que o Dono-de-Obra esteja satisfeito com o resultado final, pois o sucesso da empresa depende da satisfação dos seus clientes. A esta dinâmica é necessário ainda adicionar entidades reguladoras, empresas de seguros, sub-empresas, vendedores, comunidade local, e todos os mais que possa ser afetados pela obra e que de certa forma, possam interferir no projeto. Um projeto de construção é um conjunto de interesses, sendo necessário fazer o seu alinhamento, através de negociação.

Com tantos interesses em jogo, é normal que existam bastante áreas cinzentas. E essas áreas não estão limitadas ao aspeto estrutural do projeto. Tudo é cinzento! Tudo está em negociação. E por vezes as negociações implicam explicar ao Dono-de-Obra que o que ele pretende, não é admissível por lei, ou é estruturalmente impossível ou simplesmente não é possível realizar sem que isso não afete o preço total da obra para valores muito além do pretendido.

Para além de todos os interesses investidos no projeto, existem muitos riscos associados a uma obra que não existem em outros setores. Pela sua própria natureza, o trabalho na construção é arriscado. Trabalhadores perdem a vida diariamente nas obras e embora tenhamos dado importantes passos na área da segurança pessoal, acidentes continuam a acontecer (por isso mesmo, uma empresa de construção civil, paga mais de seguro que a grande maioria de outras empresas que atuem em outros ramos de atividade). E acidentes no trabalho é só um dos muitos riscos em um projeto.

Com vários interesses investidos na obra e com um nível de risco superior à média, uma construção é um projeto influenciado por centenas de variáveis que determinam o seu sucesso ou insucesso. Nada é branco ou preto, pois muitas das variáveis não podemos controlar pela sua própria natureza (exemplo: estado do tempo).

2 Em engenharia Civil

Em engenharia civil, essa indeterminação é reconhecida através dos *Coeficientes de Segurança*. Se tudo fosse preto ou branco, não havia necessidade de aumentar o valor das forças atuantes na estrutura e de reduzir o valor da resistência dos materiais. Bastava utilizar os *valores característicos* para os materiais e ações na avaliação estrutural. O *Coeficiente de Segurança*, é o nosso reconhecimento estatístico, que a Construção Civil é um conjunto probabilidades e incógnitas. A sua aplicação em cálculo, é o de assegurar uma probabilidade de rotura da estrutura, de 1×10^{-5} , um valor quase nulo. Assim, nós majoramos as cargas de acordo com o tipo de ação, minoramos a resistência dos materiais e fazemos a combinação das ações de acordo com probabilidades.

Por exemplo, no dimensionamento de uma laje aonde vai ser colocada diariamente uma carga de $2kN/m^2$, é feita a minoração das capacidades resistentes da armadura e do betão da laje, e a majoração da carga prevista. Normalmente os valores de minoração para as armaduras é de 1,15, e para o betão de 1,5. A majoração da carga é de 1,5. Ou seja, existe uma redução para quase metade, da capacidade real de resistência da laje e um aumento da carga em 50%.

O que é certo, seria dimensionar a laje de acordo com as suas capacidades reais e com o valor real da carga que ela vai receber.

O que é errado, seria dimensionar a laje para valores de carga inferiores aos reais.

O que fazemos, é o dimensionamento de uma laje para valores de carga 50% superior ao real e minoramos a capacidade resistente dos seus materiais em quase 50%. Isto tem um resultado direto na geometria e composição da laje, nomeadamente na sua espessura e tipo de betão e tipo e quantidade de aço para as armaduras.

Mas por outro lado, se admitirmos a nossa condição humana, sujeita a erro e a comportamentos imprevisíveis, se admitirmos que um material pode ter defeitos que alteram o seu comportamento, se tivermos em consideração ações fora do controlo humano como chuva, vento, temperatura e neve, e mesmo ações naturais catastróficas como um sismo ou um furacão, o que fazemos é o que é certo, pois estamos a proteger a vida humana, mesmo que isso signifique um aumento do custo da obra.

O dimensionamento de uma estrutura é feito na área cinzenta. É baseada em probabilidades, que por sua vez são baseadas no historial de comportamento de materiais e estruturas perante diversas ações.

3 No Estaleiro-de-Obra

No estaleiro de obra, o trabalho não é baseado em antecedentes estatísticos. Os cálculos, dimensionamentos, programação de atividades, escolha de materiais, objetivos, etc., esses foram feitos durante o Planeamento, em um computador. Agora as ferramentas de trabalho são outras. Fazem barulho, poeira e deixam os músculos cansados. As decisões a serem tomadas, não são somente baseadas em fórmulas pré-definidas, mas de acordo com a situação no terreno. Muitas das vezes, as fórmulas são substituídas pelo **julgamento humano**. Embora também seja por **julgamento humano** que muitas das fórmulas são escolhidas³ durante o Planeamento, o resultado de uma fórmula é um número, um conceito que não é ainda realidade. No Estaleiro-de-Obra, têm-se em tempo real o resultado da fórmula.

³ O uso de formulário durante o Planeamento, não está limitado à engenharia civil. Atividades como o Planeamento-de-obra (tempo), Análise de custos e risco, etc., seguem um formulário mais ou menos complexo, em que a escolha de fórmulas, variáveis, dependentes, etc., está sujeita a interpretações e decisões de cariz pessoal.