

Identificação da Composição de Concreto por meio de Visão Computacional

Identification of Concrete Composition through Computer Vision

RESUMO

Edificações são amplamente dependentes da combinação de estruturas de concreto e estruturas metálicas. O **objetivo** deste projeto é identificar diferentes composições de concreto por meio de visão computacional. Para isso, serão **empregados** ferramentais amplamente conhecidos na área de aprendizagem de máquina. Dentre os **resultados** científicos tem-se a determinação de padrões para a identificação de diferentes composições de concreto, considerando os elementos sólidos (tipos de cimento e brita). Também se tem a inserção de componentes baseados em novas tecnologias, inclusive com possibilidade de gerar registros de propriedade intelectual. No contexto social, identifica-se uma nova alternativa para auxiliar no monitoramento de edificações, além da melhoria da qualidade de vida dos técnicos e maior precisão dos resultados. **Conclui-se** que o problema apresentado é mais um em que a automação tem beneficiado a humanidade e sua qualidade de vida.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil. Defesa civil. Segurança pública; Automação.

ABSTRACT

Buildings are largely dependent on the combination of concrete structures and metal structures. The aim of this project is to identify different concrete compositions through computer vision. For this, tools widely known in the field of machine learning will be employed. Among the scientific results is the determination of patterns to identify different concrete compositions, considering the elements cement, gravel, sand and water. There is also the insertion of components based on new technologies, including the possibility of generating intellectual property registrations. In the social context, a new alternative is identified to assist in the monitoring of buildings, in addition to improving the quality of life of technicians and greater accuracy of results. Finally, the problem presented is one more in which automation has benefited humanity and its quality of life.

KEYWORDS: Construction. Civil defense. Public security. Automation.

Eduarda Simonis Gaviao
eduardagaviao@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Vinicius Oliveira de Aguiar
vinoliagui@tutanota.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Vaneila Schneider
vaneilaschneider@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Marcos Vinicius Schlichting
mvinicius@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Wilson Leobet
wleobet@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Carlos Eduardo Tino Balestra
carlosbalestra@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Fabio Alexandre Spanhol
faspanhol@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Jefferson Gustavo Martins
martins@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

A composição do concreto, também chamado dosagem ou traço, é uma característica extremamente importante em qualquer obra e muda de acordo com a finalidade de aplicação: lajes, contra pisos, muros, fundações, calçadas, vigas etc. Tanto a proporção quanto a origem dos materiais exercem influência nas características finais do traço, dentre as quais tem-se resistência, durabilidade e trabalhabilidade. Dentre os materiais comumente utilizados, tem-se cimento, areia, brita e água, mas concretos com características especiais podem ser obtidos com o acréscimo de aditivos, isopor, pigmentos, fibras ou outros tipos de adições (ABNT, 2015; MALTA, 2012; MONTEIRO, 2010).

A quantidade de água deve ser suficiente para envolver os grãos e promover a hidratação do cimento, além de atender os requisitos da ABNT NBR 15900-1, a qual também contempla exigências de utilização da água sob a forma de gelo. Sua função é ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante que criará um bloco único com areia e a brita (agregados). Se em excesso, ter-se-á uma pasta mais porosa e melhores níveis trabalhabilidade. Porém, também piores níveis de resistência e aderência entre a pasta e o agregado devido à exsudação. Para a definição de tal proporção é necessário identificar o teor de umidade dos agregados, pois estes podem transportar diferentes quantidades de água para o concreto e ocasionar o decréscimo de sua resistência mecânica (ABNT, 2009; ABNT, 2015; MALTA, 2012; MONTEIRO, 2010).

Os agregados são materiais adicionados à massa de cimento e água para aumentar seu volume e torna-la mais econômica. Assim como a água, as propriedades dos agregados têm influências da formação geológica local visto que são extraídas de jazidas próximas ao local da dosagem. O conhecimento das características individuais dos elementos, e também de sua combinação, é essencial para garantir certas características fundamentais ao concreto e a segurança da estrutura. Além disso, materiais com diferentes granularidades podem ser combinados dependendo da finalidade e produzem diferentes características texturais (ABNT, 2015; BAUER, 1994; MALTA, 2012; MEHTA e MONTEIRO, 2008; MONTEIRO, 2010).

A partir da caracterização do cenário descrito, a presente proposta se caracteriza como um projeto de pesquisa com foco na avaliação da composição do concreto utilizado em edificações por meio de um sistema baseado em visão computacional e reconhecimento de padrões texturais.

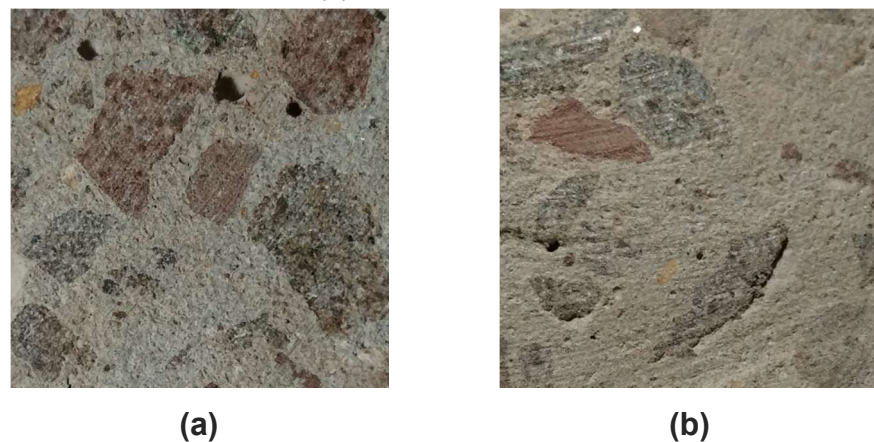
Além dos custos envolvidos devido a degradação destas estruturas, o risco em termos de colapsos estruturais merece atenção. Nos últimos anos, têm sido recorrentes os casos de colapsos de estruturas, dentre os quais tem-se o colapso parcial de um viaduto em Brasília em 2018, a interdição do acesso à Rodovia Presidente Dutra em São Paulo em 2019 e o desabamento de prédios na comunidade de Muzema, na Zona Oeste do Rio, em 2019. Portanto, estudos pertinentes ferramentas que auxiliem a fiscalização e a prevenção destes acontecimentos são necessários com vistas a garantir estruturas mais seguras e duráveis e manutenções preventivas.

Além do exposto, outra importante característica deste cenário é o fato de que as inspeções para avaliar a composição do concreto e também se este mantém suas propriedades são realizadas visualmente por especialistas humanos, ou

incluem tal atividade. Tais avaliações demandam altos níveis de experiência por ser um fator decisivo para uma correta avaliação. Dentre as possíveis ferramentas a serem empregadas, tem-se filmadoras, máquinas fotográficas, lupas e binóculos (ABNT, 2014; SCHVAICKARDT e MATTOS, 2018).

A Figura 1 ilustra o problema abordado no projeto e o grau de dificuldade a ele inerente. Suas imagens foram obtidas a partir de duas diferentes traços (cimento : areia : brita : água), com as proporções (1 : 1,49 : 2,88 : 0,48) e (1 : 1,49 : 2,70 : 0,48). Neste exemplo, pode-se nitidamente observar a variação na quantidade de britas entre os concretos.

Figura 1: Composições de concreto (cimento : areia : brita : água): (a) 1 : 1,49 : 2,88 : 0,48; (b) 1 : 1,49 : 2,70 : 0,48.



Fonte: Autoria própria.

Diante do exposto, esta pesquisa busca desenvolver soluções automatizadas que auxiliem nas inspeções realizadas com o objetivo de identificar a composição de um corpo de concreto qualquer. Estas soluções combinarão hardware e software e deverão propiciar a vantagens relativas a rapidez e precisão quando comparado à avaliação realizada por especialistas humanos. A redução de fatores físicos e subjetivos inerentes ao ser humano também reduzirá o número de etapas executadas manualmente e sua influência nos resultados finais. Tal influência compreende questões como subjetividade do especialistas humanos e características do processo (repetitivo, monótono e demorado), além de requerer alto grau de concentração. Este conjunto de exigências sobrecarrega o profissional que realiza a inspeção e o leva a possíveis distrações e baixas taxas de acerto (CONNERS et al., 1997; PHAM e ALCOCK, 1997; RADOVAN et al., 2001).

MATERIAIS E MÉTODOS

Conforme cronograma (Tabela 1), o projeto terá duração de 24 meses. Os primeiros seis meses serão dedicados (1) à construção das bases de dados a ser utilizada na identificação dos traços. Inicialmente serão preparados os corpos de prova de concreto sob a forma cilíndrica e com medidas de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura (Figura 2). Serão utilizadas 2 (dois) corpos de prova de concreto para cada um dos diferentes traços analisados (Figura 2.a). Tal escolha é

consequência do fato (e se adequa a ele) de que 2 (dois) corpos de prova são construídos com amostras de cada carga de concreto utilizada nas construções.

Inicialmente, será realizado um corte transversal a cerca de 5 mm da base e outro 5 mm do topo do corpo de prova. O objetivo de ambos os cortes é eliminar a camada superficial e expor a caracterização da composição real do concreto, tal como apresentado na Figura 1. A partir disto, serão realizados outros 3 (três) cortes transversais em cada corpo de prova de concreto (Figura 2.b), gerando peças semelhantes às apresentadas na Figura 1. Considerando que as lâminas de corte têm aproximadamente 2 mm, será obtido um total de 8 (oito) amostras (faces) distintas para cada corpo de prova, num total de 16 (dezesseis) amostras para cada diferente traço. Será realizada a coleta de imagens a partir das amostras anteriores, as quais servirão como base para a construção dos modelos de reconhecimento dos traços de concreto.

Quadro 1. Atividades e cronograma para a execução do projeto.

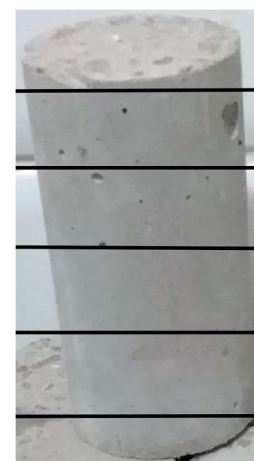
| Atividades | Período de Execução (Semestres) | | | |
|---|---------------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Construção das bases de dados | X | X | | |
| Estudo da biblioteca OpenCV | X | X | | |
| Estudo de Aprendizagem de Máquinas | X | X | X | X |
| Construção dos modelos de classificação | | X | X | X |
| Redação de relatórios, artigos e registros de propriedade intelectual | X | X | X | X |

Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Corpo de prova de concreto: (a) original; e (b) fracionado.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

O traço padrão que servirá como base para comparação com os demais será 1 : 1,41 : 2,01 : 0,49 utilizando cimento do tipo Portland CII-F32, areia média, brita zero e água potável disponibilizada pela companhia de saneamento. No primeiro experimento será avaliada a variação do tipo de cimento. Serão mantidas as

mesmas características do traço padrão, exceto pelo uso dos cimentos CPIII e CPV, cada um com 2 (dois) corpos de prova.

No segundo experimento será avaliada a variação da granularidade do agregado brita. Para isso, será utilizada uma variação do traço padrão com a troca da brita zero pela brita um, gerando o traço 1 : 1,49 : 2,60 : 0,49. Nesta variação de traço, tem-se um uso maior dos agregados (areia e brita) devido à maior volume e superfície de cada unidade do agregado brita.

No terceiro experimento será avaliada a variação da quantidade de água utilizada. Para isso, será utilizado uma variação do traço padrão com maior quantidade de água, o que geraria maior porosidade e menor resistência para o concreto. O traço utilizado será 1 : 1,41 : 2,01 : 0,70.

Em paralelo à construção da base de imagens, serão iniciados os estudos do ferramental a ser utilizado no projeto: (2) biblioteca OpenCV e (3) Aprendizagem de máquinas. A partir da construção de base de dados, (4) serão explorados diferentes descritores e técnicas para a construção dos modelos de classificação, os quais empregarão os subprodutos das atividades anteriores. A (5) redação de relatórios, artigos e registros de propriedade intelectual ocorrerão em paralelo às demais etapas.

Basicamente, os recursos humanos, mobiliário, equipamentos e softwares já são disponibilizados pela UTFPR. Dentre este, elenca-se computadores, softwares, ambientes com mobiliários, canos de PVC e demais equipamentos para a confecção dos corpos de prova. Alguns outros custos extras poderão ser viabilizados pelos acadêmicos, pelos docentes ou por meio de editais de fomento à pesquisa internos ou externos à UTFPR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados esperados compreendem os aspectos científicos, sociais e tecnológicos. Dentre os científicos tem-se a introdução de acadêmicos no contexto de “fazer ciência”, a disponibilização da base de imagens e também um sistema para a identificação dos diferentes materiais constituintes e traços.

As contribuições tecnológicas compreendem a inserção de componentes baseados em novas tecnologias, inclusive com possibilidade de gerar registros de propriedade intelectual (patente e registro de software) junto ao Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI). No contexto social, identifica-se uma nova alternativa para auxiliar o monitoramento e a fiscalização preventivos de edificações, além da melhoria da qualidade de vida dos técnicos envolvidos e uma maior precisão dos resultados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou um breve relato do projeto para a identificação de diferentes composições de concreto, o qual começou no segundo semestre do presente ano e atualmente está em suas fases iniciais.

Vários ferramentais a serem utilizados já foram definidos. Atualmente, a base de imagens está em fase de conclusão. Findada esta fase, os próximos passos

focarão na aplicação de processamento de imagens e aprendizagem de máquinas a esta base para se alcançar os objetivos propostos.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT 15900-1: Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5.ed. Vol 1. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1994.

CONNERS, R. W.; KLINE, D. E.; ARAMAN, P. A.; DRAYER, T. H. **Machine vision technology for the forest products industry**. Computer, v. 30, n. 7, p. 43-48, 1997.

MALTA, J. O. **Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo de construção e Demolição**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana. Escola Politécnica (EPUFBA). Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador, 2012.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3.ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

MONTEIRO, A. C. N. **Concreto Poroso: dosagem e desempenho**. Monografia de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás (UFGO). Goiania, 2010.

PHAM, D. T.; ALCOCK, R. J. **Automated visual inspection of birch wood boards**. IEE Colloquium on Artificial Intelligence in Manufacturing, p. 1-4, 1997.

RADOVAN, S.; GEORGE, P.; PANAGIOTIS, M.; MANOS, G.; ROBERT, A.; IGOR, D. **An approach for automated inspection of wood boards**. International Conference on Image Processing, 1, p. 798-801, 2001.

SCHVAICKARDT, C. M.; MATTOS, J. R. G. **Estudo de traço para peças pré-moldadas de concreto para pavimentos intertravados**. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 6, n. 39. 2018.