

# Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965

*Recommendations for the implementation of interoperability between SINAPI and NBR 15965 standards*

Rafael Fernandes Teixeira da Silva 

Fernanda Fernandes Marchiori 

Vera Lucia Correia 

João Paulo Maciel de Abreu 

## Resumo

A intercambialidade das informações é um dos requisitos para a digitalização da informação. Nas obras públicas brasileiras, a digitalização passa pela integração do orçamento, estruturado a partir do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), com o *Building Information Model* (BIM). A norma NBR 15965 – Sistema de Classificação da Informação da Construção – possui estrutura diferente do SINAPI, dificultando a interoperabilidade. O objetivo desta pesquisa é propor recomendações para essa integração. Para tanto, analisou-se o caso da composição 92722 e sua vinculação com os códigos da norma. Dos 45 códigos da NBR 15965, necessários para caracterização do serviço, 12 estão nas tabelas publicadas “0P”, “1F” e “5I”; 19 poderiam estar nas tabelas já publicadas “0M”, “0P”, “1S” e “5I” e 11 poderiam ser considerados nas futuras tabelas “2Q”, “2N”, “3R”, “3E” e “4A”. Como recomendações, sugere-se: associar propriedades (tempo, custo, consumos) aos coeficientes das composições do SINAPI e inserir insumos, propriedades de materiais e critérios condicionantes para a seleção de um serviço na norma. A principal contribuição é a identificação dos atributos faltantes no SINAPI e na NBR 15965, configurando uma primeira iniciativa para a integração entre ambos.

**Palavras-chave:** Interoperabilidade. BIM. Custo. Orçamento. SINAPI. NBR 15965.

## Abstract

*Data interchangeability is a requirement of information digitalization. The digitization of information in Brazilian public works involves cost structure integration between the National System of Investigation of Costs and Indices of Civil Construction (SINAPI) with the Building Information Model (BIM). The standard NBR 15965 - Construction Information Classification System has a different structure than SINAPI: this characteristic hinders interoperability. The aim of this research study is to make recommendations for the integration between the two systems. For this purpose, cost composition 92722 and its links with NBR 15965 codes were analysed. From the forty-five codes in NBR 15965, necessary for the characterization of the service, twelve are on the published tables “0P”, “1F” and “5I”; nineteen already could be in the published tables “0M”, “0P”, “1S” and “5I” and eleven codes could be considered for future tables (“2Q”, “2N”, “3R”, “3E” and “4A”). The recommendations made by this study are as follows: to associate properties (time, cost, material consumption) to the cost composition coefficients and include materials, materials’ properties and the choice criteria for the selection of construction services. The main contribution of this paper is the identification of gaps in SINAPI’s attributes and in NBR 15965 standards, configuring the first initiative for their integration.*

**Keywords:** Interoperability. BIM. Cost estimation. Sinapi. NBR 15965.

<sup>1</sup>Rafael Fernandes Teixeira da Silva

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis - SC - Brasil

<sup>2</sup>Fernanda Fernandes Marchiori

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis - SC - Brasil

<sup>3</sup>Vera Lucia Correia

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis - SC - Brasil

<sup>4</sup>João Paulo Maciel de Abreu

<sup>4</sup>Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis - SC - Brasil

Recebido em 29/03/21

Aceito em 10/02/22

## Introdução

A interoperabilidade é a capacidade de duas ou mais unidades organizacionais ou redes de trocar informações e compartilhar dados com possibilidade de leitura em diferentes aplicações computacionais (SHEHZAD *et al.*, 2021; VENUGOPAL *et al.*, 2012). Dessa forma, há grande relevância na abordagem das questões de interoperabilidade de informações integradas ao uso do BIM (SHEHZAD *et al.*, 2021; CORREA *et al.*, 2021). O retrabalho causado pelos sistemas com troca ineficiente de informação desencoraja o uso do BIM como potente ferramenta (LEE; EASTMAN; LEE, 2015). Nesse sentido, várias iniciativas nacionais e internacionais buscam padronizar as informações no ambiente da construção.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 2010, junto com a *International Organization for Standardization* (ISO) e a Comissão de Estudo Especial de Modelagem da Informação da Construção (ABNT/CEE-134), publicou a NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2018), revisada posteriormente em 2018. O documento é uma tradução da norma ISO de mesma numeração (de 2001), e tem o objetivo de identificar classes para organização da informação e suas relações, trazendo uma série de definições sobre recursos, processos e resultados que envolvem a execução de um projeto em *software* BIM.

A NBR ISO 12006-2:2018 (ABNT, 2018) apresenta a organização das informações da construção por meio de uma estrutura para classificação, que decorre da utilização do BIM e dos processos modernos de compras e contratações, os quais requerem a utilização de sistemas de classificação de objetos da construção. Tal norma, em sua versão vigente, serviu de base para estruturar e organizar a elaboração das tabelas da série NBR 15965, para a formação do sistema de classificação da informação da construção para o Brasil.

O BIM, essencialmente, se refere ao intercâmbio de informações ao longo da linha do tempo de um projeto, entre os diversos participantes e entre aplicativos. Contudo, tais iniciativas de padronização da linguagem e codificação, essenciais à interoperabilidade, não terão o efeito esperado se os sistemas de informação, em especial oriundos dos governos, fomentadores principais da construção e infraestrutura, não estiverem coerentes com essa padronização.

No Brasil, existem vários sistemas de informação referentes ao custo/especificação de obras, como: o Sistema Militar de Catalogação (OLIVEIRA, 2020); o Sistema de Custos Referenciais de Obras, que contém o conhecimento técnico necessário à elaboração de orçamentos de obras e serviços no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2020), as Tabelas de Custos Unitários do Sistema de Informações Urbanas (SÃO PAULO, 2021) e o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI<sup>1</sup>), dentre outros. O SINAPI foi o sistema escolhido como objeto deste trabalho, devido à sua importância como balizador do custo de obras que utilizam recursos do Governo Federal (Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021) (BRASIL, 2021).

Todavia, na prática de orçamento atual, o SINAPI é utilizado vinculando o código da composição a um parâmetro de uma entidade do modelo, o que não possibilita a completa interoperabilidade entre esse sistema e a série da NBR 15965. A interoperabilidade poderia ser potencializada se o código referente a cada faceta (materiais, equipamento, mão de obra, procedimentos e critérios) fosse também codificado de acordo com a série da NBR 15965.

Akanbi e Zhang (2021) realizaram a integração entre uma base de dados de orçamentos e o *MasterFormat*, e Niknam e Karshenas (2015) também o fizeram, porém usando a classificação *Unifformat II*. Poucas pesquisas nacionais foram identificadas sobre a estruturação de informações voltada à construção: a primeira delas foi a de De Amorim e Peixoto (2006), por meio do projeto Desenvolvimento de Terminologia e Codificação de Materiais e Serviços para a Construção (CDCON), no qual propuseram uma estrutura de classificação de materiais, produtos e serviços da construção, concentrando-se nas facetas: processo, materiais, componentes e espaço. Esses autores apontaram, ainda, a dificuldade encontrada pelo não uso de termos padronizados na implementação de sistemas, principalmente no que diz respeito à interoperabilidade entre eles. Após, Hippert e Naveiro (2010) propuseram uma estrutura de integração e organização dos conhecimentos acerca dos materiais e serviços que fazem parte das etapas da construção em uma empresa. Essa proposta foi feita por meio de registros seguidos da organização em classes similares. A estrutura foi apresentada pelos autores como genérica, no entanto pode ser adaptada para aplicação em casos específicos. Posteriormente, Oliveira (2020) traçou um panorama sobre classificação da informação em BIM, apontando que o SINAPI e as normas da série NBR 15965 possuem estruturas distintas, porém não detalhou quais seriam essas diferenças.

---

<sup>1</sup>O SINAPI é mantido pela Caixa Econômica Federal.

Em face do exposto, a pergunta que norteia esta pesquisa é: *como poderia ser feita a estruturação das informações do SINAPI e das normas da série NBR 15965 para permitir a interoperabilidade?*

Diante da lacuna e questão de pesquisa, o objetivo do presente artigo é propor recomendações para o aprimoramento tanto do SINAPI quanto da NBR 15965 no sentido de propiciar que a interoperabilidade ocorra. Para tanto, no presente artigo, é analisado um caso específico de um elemento e de um serviço de construção. Entende-se que essa análise seja fundamental no desenvolvimento de orçamentos gerados a partir do BIM nas obras públicas do país.

## Fundamentação teórica

A interoperabilidade é a possibilidade de intercambiar informações entre *softwares* por meio de um modelo digital e é um dos benefícios ainda não totalmente obtidos com a adoção do BIM (CORREA; SANTOS, 2014), sendo um desafio à orçamentação tanto no Brasil como no exterior. Algumas pesquisas têm sido feitas no sentido de fomentar a interoperabilidade, como a de Akanbi e Zhang (2021), que utilizou modelos semânticos (a partir do padrão estadunidense/canadense *MasterFormat*<sup>®</sup>) associados a técnicas de *Natural Language Processing* para interpretar especificações do modelo e dos preços de materiais que subsidiaram a automatização orçamentária. Niknam e Karshenas (2015) também propuseram uma estruturação que organizou a ontologia relativa aos custos de acordo com o sistema de classificação *Uniformat II*.

Para alcançar modelos interoperáveis, é preciso aliar normas e sistemas que busquem a padronização de linguagens e codificação dos elementos da construção e os sistemas de custo. Esses sistemas são centrais na organização das informações do escopo dos serviços a serem executados, bem como na estruturação analítica dos projetos (MARCHIORI, 2009) e poderiam ser o início para a obtenção da interoperabilidade se consonantes com as normas que estruturam as informações da construção.

## Padronização de informações da construção: os sistemas de classificação

O objetivo de um sistema de classificação de informações da construção (CICS) é organizar os conceitos e os termos de um domínio e, desse modo, fornecer os fundamentos para fazer distinções entre objetos. Dentre os principais CICS desenvolvidos por outros países e instituições ao longo de cinquenta anos, tem-se: BSAB (Suécia), *Uniclass* (Reino Unido), DBK (Dinamarca) *OmniClass* (Estados Unidos e Canadá) (EKHOLM, 1996; JORGENSEN, 2011) e *MasterFormat*<sup>®</sup> (EUA e Canadá). No Japão, há mais de 30 anos, vem sendo desenvolvido o *Construction Information Classification System in Japan* (JCCS) para garantir o uso harmonizado de vários tipos de informações a serem processadas durante todo o ciclo de vida de projetos de construção em um esquema de *Continuous Acquisition and Life-cycle Support/Electronic Commerce* (CALS/EC). O JCCS foi planejado para ser um *International Framework for Dictionaries* (IFD) japonês e desenvolvido com base técnica da ISO 12006-2 e 12006-3 (TERAI, 2008).

Os CICS são desenvolvidos e aprimorados ao longo dos anos, considerando os sistemas construtivos locais e sua evolução, segundo países ou regiões. A evolução da modelagem da construção também resulta em mudanças nos CICS (TERAI, 2008; POÊJO, 2017). No âmbito nacional, mediante a necessidade de se realizar a classificação da informação, houve iniciativas, a começar pelo CDCON (DE AMORIM; PEIXOTO, 2006), até a criação das normas NBR ISO 12006 e a NBR 15965, que têm o objetivo de estruturar o CICS brasileiro, bem como apresentar tabelas para descrever uma classe da construção (BRIGITTE; RUSCHEL, 2018).

### NBR ISO 12006-2:2018

A NBR ISO 12006-2:2018 (ABNT, 2018) constituiu o esquema organizacional para a NBR 15965, sendo estruturada em sete partes:

- 1 - terminologia e estrutura;
- 2 - características dos objetos da construção;
- 3 - processos da construção;
- 4 - recursos da construção;
- 5 - resultados da construção;
- 6 - unidades da construção; e
- 7 - informação da construção; cujo objetivo é a distinção entre objetos em uma coleção.

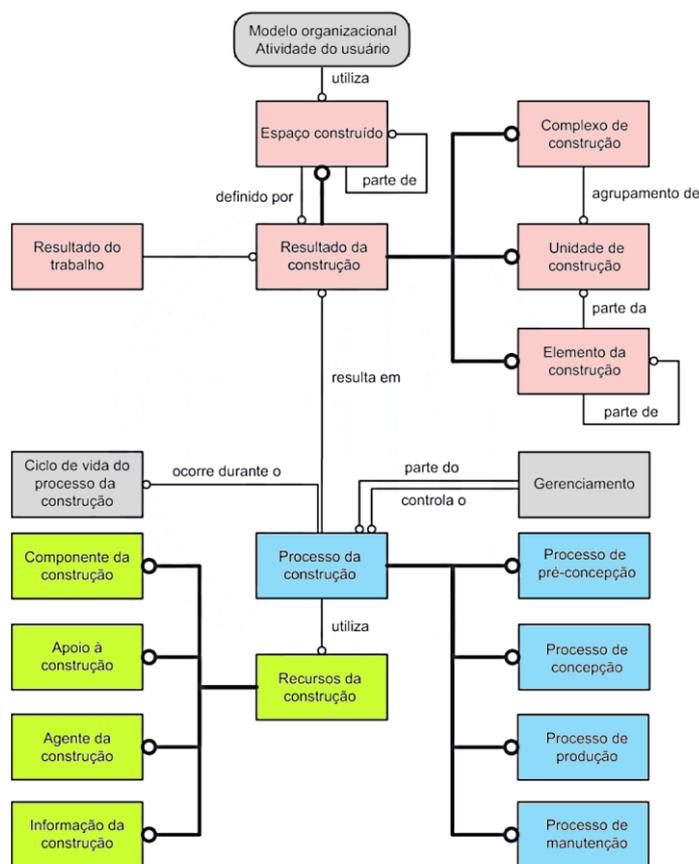
De acordo com ABNT (2018), para classificar uma coleção de objetos é necessário definir a finalidade da classificação e as propriedades de interesse e, posteriormente, os objetos podem ser atribuídos a classes de acordo com as propriedades escolhidas. Na classificação, os objetos são agrupados em diferentes categorias, que são um conjunto composto por seus membros e determinado por propriedades. Os atributos que determinam as classes são usados nas suas definições, sendo preferencialmente expressos em texto. As classes podem ser organizadas em níveis, aumentando-se o refinamento do geral para o especializado. Propriedades de classes em um nível mais elevado são gerais e as de níveis mais baixos são especializações dos membros da coleção.

A Parte 2 de ABNT (2018) trata do desenvolvimento de sistemas de classificação do ambiente construído (Figura 1), identificando um conjunto de títulos de tabelas recomendadas para uma variedade de classes de objetos da construção, de acordo com pontos de vista diversos e particulares, e.g. pela forma ou pela função, além das classes dos objetos relacionadas com uma série de sistemas e subsistemas. É aplicável às obras de edificações e infraestrutura, inclusive engenharia e paisagismo; em todo o ciclo de vida da construção (desde o estabelecimento do *briefing* à demolição).

Ainda na mesma norma, existem conjuntos de classes que são organizados em níveis: a relação de subconjunto (Figura 2) significa que os membros de uma camada mais estreita são um subconjunto dos membros de uma classe mais ampla. A relação de associação significa que um objeto é membro de uma classe. Para que a classificação seja exaustiva, a cada objeto na coleção deve ser atribuído um termo, assim como as classes devem ser mutuamente exclusivas, ou seja, cada objeto só pode pertencer a uma delas. Sem esses critérios, pode haver objetos não classificados e objetos possuindo mais de uma classificação na mesma divisão. Em ambos os casos, não há uma definição adequada delas (ABNT, 2018).

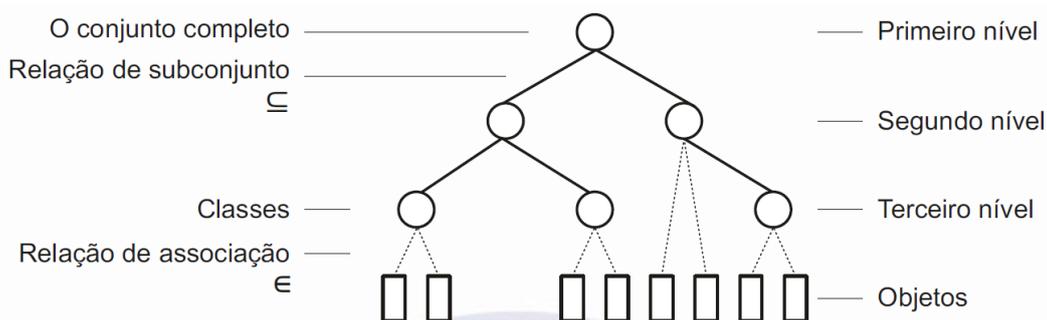
Segundo a ABNT (2018), um sistema de parede pode ser especificado por suas partes, como estrutura, revestimentos, portas e janelas. Essa estrutura pode ser especificada por seus componentes, para o nível que é considerado relevante para as necessidades do modelo atual. Em cada nível, os componentes podem ser especificados por outras propriedades de interesse, como materiais, textura, *design*, etc.

Figura 1 - Classes e seus relacionamentos genéricos



Fonte: adaptada de ABNT (2018).

Figura 2 – Conceitos de classificação – membros de uma subclasse são também membros da sua superclasse



Fonte: ABNT (2018).

### A série de normas brasileiras NBR 15965

A utilização de métodos de modelagem de informação, a base do BIM, exige a padronização de conceitos, termos e processos, e a série de normas brasileiras “ABNT NBR 15965 - Sistema de classificação da informação da construção” oferece subsídios para essa padronização. Serão publicadas, ao todo, sete partes dessa série (ABNT, 2011), das quais já foram publicadas as partes 1, 2, 3 e 7 (ABNT, 2011; 2012, 2014, 2015):

- parte 1: terminologia e estrutura;
- parte 2: características dos objetos da construção (tabelas 0M e 0P);
- parte 3: processos da construção (tabelas 1F, 1S e 1D);
- parte 4: recursos da construção (tabelas 2N, 2Q e 2C);
- parte 5: resultados da construção (tabelas 3E e 3R);
- parte 6: unidades da construção (tabelas 4U e 4A); e
- parte 7: informação da construção (tabela 5I).

Na presente pesquisa, foram consideradas as partes publicadas e seu nível de abrangência para a composição escolhida do SINAPI. Para os itens que ainda não foram publicados apenas fez-se sugestão do nome do termo a ser usado para a caracterização do código SINAPI escolhido.

Dadas as dimensões continentais do Brasil e a sua multiculturalidade, termos distintos são usados para designar um mesmo item de construção, exigindo um dicionário de termos (sugere-se que tenha como primeiro nome aqueles adotados na série da NBR 15965). Esse dicionário manteria a identidade regional, uniformizando os termos aos códigos em *softwares*.

### Sistemas de custo, organização e escopo das informações da construção

O processo de elaboração de orçamentos para construção civil envolve três dados de entrada: os quantitativos de serviço obtidos a partir dos projetos (ou modelos), as composições de custo e os preços unitários dos insumos (MARCHIORI, 2009). O nível de detalhamento ao levantar quantitativos deve ser coerente com o da composição (oriunda de bases de dados de orçamento) para que esse custo possa ser efetivamente gerado.

Quando os projetos são feitos em *Computer Aided Design* (CAD), há levantamento por análise desses em 2D, em que linhas e curvas caracterizam os elementos que irão compor o orçamento. A orçamentação a partir de 2D não é feita a partir da modelagem por elementos, não existindo vínculos entre representações com propriedades bem definidas e esse processo pode incorrer em maior número de erros (SILVA; COMPARIM, 2016).

A evolução do processo projetual por modelagens usando tecnologias BIM propicia levantamentos de quantitativos mais detalhados e acurados, reduzindo o tempo de orçamentação (FELISBERTO, 2017). Esse aumento de velocidade é propiciado pela facilidade de leitura de propriedades de elementos, de cálculo e de automatização nos aplicativos de modelagem, ou via exportação para plataformas específicas. Entretanto, a baixa produtividade e o retrabalho na fase de orçamento, mesmo em processos BIM, ainda persistem. Um

dos grandes obstáculos é a manutenção da cultura projetual inadequada do processo de projeto em CAD (RAYNER; AL-HAJJ, 2015).

Quando os modelos são elaborados em BIM, a estrutura de dados (codificação) permite o registro das informações das entidades que compõem uma disciplina, o *design* do produto ou o próprio ciclo de vida dos produtos da construção civil. Essa codificação ou classificação pode ampliar a capacidade computacional para o desenvolvimento projetual com a eliminação de atividades repetitivas do processo convencional de orçamento, fomentando sua automatização. Isso possibilitaria, a depender das práticas de projeto, o registro das decisões durante o seu desenvolvimento, o qual pode ser alterado (com o uso de codificação ou de classificação). Afsari e Eastman (2016) acrescentam que, ao considerar o código de classificação adequado aos modelos, eles podem ser organizados para diferentes propósitos, como o da estimativa de custos, ajudando a resumir e organizar o conhecimento disponível de forma estruturada.

Entretanto, cabe destacar que nos aplicativos de projeto em BIM, hoje disponíveis, os quantitativos são apenas relativos aos elementos da construção (Tabela 3E), não existindo relação direta entre os elementos da construção e as composições de custos, sejam do SINAPI ou demais bases.

De acordo com Diaz, Hasan e Lu (2018), foi necessário o desenvolvimento de bases de dados que conseguissem mitigar ao máximo a perda de acurácia existente nas estimativas de custos. Nos Estados Unidos, a base de dados orçamentária RSMean utiliza *Uniformat* e *Masterformat* como forma de organização de dados. O primeiro, amplamente utilizado na América do Norte, é um padrão de classificação e codificação de informações da construção. Já o segundo, de origem estadunidense/canadense, cria um padrão de classificação e especificação para projetos de construção comercial e institucional (DIAZ; HASAN; LU, 2018).

No Brasil, a base de dados balizadora de custos das obras públicas é o SINAPI. Nele, a apresentação dos itens é dada por cadernos técnicos para cada serviço da obra. Esses cadernos contêm um resumo dos itens de cada serviço, métodos de quantificação, características e formas de aferição dos serviços (FREITAS, 2017) além de referências bibliográficas e normas técnicas aplicáveis (CAIXA..., 2020a). As informações que compõem o escopo da composição estão representadas na árvore de fatores, na qual estão apresentados os fatores que impactam no consumo de materiais, na produtividade da mão de obra e dos equipamentos. Essa representação facilita ao usuário a escolha da composição mais adequada ao seu caso específico (CAIXA..., 2020a). Segundo Oliveira (2020), o SINAPI não possui estrutura multifacetada como a ABNT NBR 15965, atendendo às finalidades para que foi criado, mas não sendo aderente ao CICS nacional.

## As árvores de fatores do SINAPI

A organização do SINAPI se dá em composições de custo, cujos insumos têm seus preços atualizados mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Caixa Econômica Federal disponibiliza relatórios com referências de preços de insumos e de custos de composições de serviços que são usados para balizar compras e contratações de obras públicas. (CAIXA..., 2021a).

Nos cadernos técnicos, são publicadas as árvores de fatores, que consistem em um diagrama visual no qual composições similares são apresentadas segundo seus fatores variantes (FELISBERTO, 2017), que podem incluir as condições locais de serviço, técnicas de produção de insumos (centrais, serviços manuais, insumo pronto), espessura, tipo de acabamento, dentre outros. A observação de uma árvore de fatores (Figura 3) permite proceder adequadamente ao levantamento de quantitativos, visto que serviços similares em condições diferentes levam a custos diferentes e ao desdobro de quantitativo.

A condição destacada na Figura 3 levaria à composição unitária de fabricação de formas de madeira, para pilar e estruturas similares, em compensado plastificado ou resinado (18 mm), cujo código SINAPI é 92264. Alterando-se uma dessas condições se tem outra composição unitária: ao se considerar a fabricação de formas para vigas, por exemplo, leva-se à composição 92266 (CAIXA..., 2020b).

Parâmetros de texto poderiam ser usados para identificar: especificações de material, geometria de elementos, substratos e revestimentos especificados, sendo essa uma forma de melhorar o processo para estimar os custos da árvore de fatores do SINAPI, como Felisberto *et al.* (2021) demonstraram. Contudo, ao observar os cadernos técnicos do SINAPI, verifica-se que as árvores de fatores não representam todo o conjunto de composições. Por exemplo, formas com espessuras de 17 mm e 18 mm são representadas por composições de custos distintas. Desse modo, a referida árvore de fatores precisaria de mais um nível e, para consultas mais concisas, também se faz necessária a análise individual em composições e os respectivos insumos.

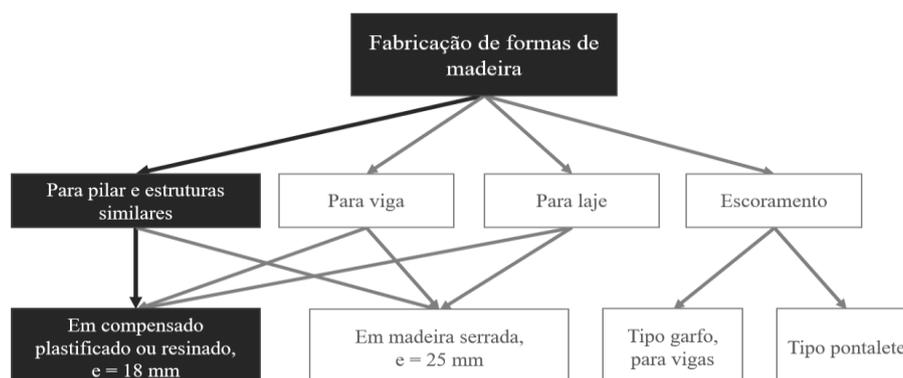
## Método

A presente pesquisa foi desenvolvida segundo três macroetapas, as quais são ilustradas na Figura 4.

### Etapa exploratória

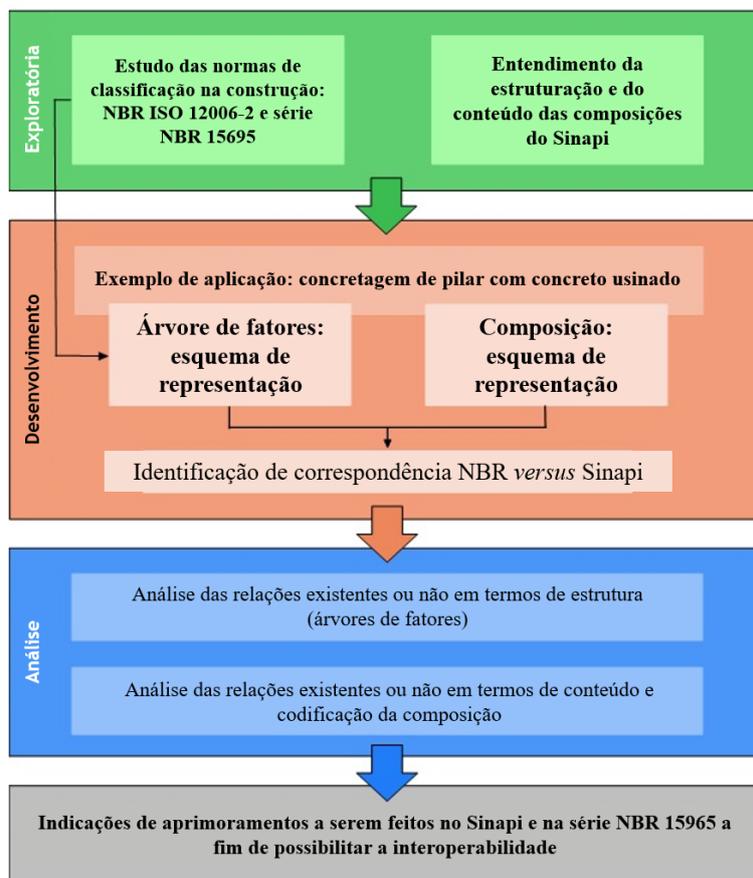
Nesta etapa tem-se o levantamento documental das normas de padronização da informação na construção e as normas ligadas aos padrões necessários ao desenvolvimento do BIM. Esse levantamento resultou em maior compreensão das normas NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2018), da série NBR 15965 e de suas tabelas. Ainda, foi levantado, nos documentos disponibilizados no sítio da Caixa Econômica Federal e em publicações acadêmicas, como se dava a organização dos conteúdos das composições de custo do SINAPI.

Figura 3 - Árvore de fatores para o serviço de fabricação de formas



Fonte: Caixa Econômica Federal (2020b).

Figura 4 - Etapas da pesquisa



Tais tabelas são organizadas da seguinte forma:

- (a) “0M” materiais da construção;
- (b) “0P” propriedades da construção;
- (c) “1F” fases da construção;
- (d) “1S” serviços da construção;
- (e) “1D” disciplinas da construção;
- (f) “2N” funções da construção;
- (g) “2Q” equipamentos da construção;
- (h) “2C” produtos da construção;
- (i) “3E” elementos da construção;
- (j) “3R” resultados de serviços da construção;
- (k) “4U” unidades da construção;
- (l) “4A” espaços da construção; e
- (m) “5I” informações da construção.

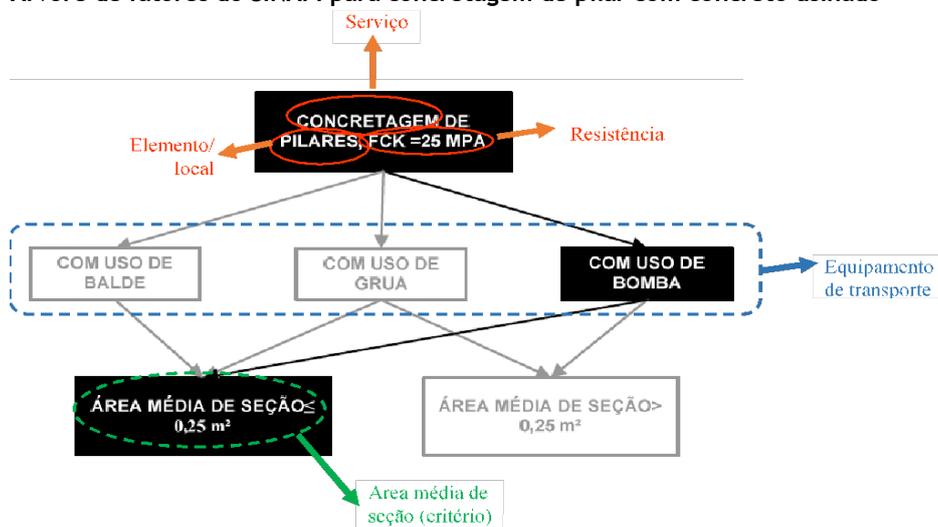
### Etapa de desenvolvimento

Nessa etapa escolheu-se o serviço de concretagem de pilar para exemplificar a análise de relação das informações SINAPI *versus* normas devido à simplicidade de serviço/elemento em termos de variáveis. Quando considerada concretagem apenas com concreto usinado são relacionados cinco códigos no SINAPI para o serviço, conforme apresentado na árvore de fatores da Figura 5; as marcações ali presentes foram inseridas para indicar quais características das normas estão contidas no serviço.

As composições existentes no SINAPI para a concretagem de pilares com concreto usinado de 25 MPa (Figura 5), foram referência para a identificação ou não de um código dentre as 13 tabelas da série NBR 15965. A combinação de informações dos retângulos pretos define o escopo da composição. Essa composição consta no caderno técnico *Concretagem para Estruturas de Concreto Armado – Lote 1* (CAIXA..., 2020b) e apresenta os serviços que representam essa concretagem, incluindo lançamento e adensamento, para 25 itens incorporados ao SINAPI (CAIXA..., 2020b).

As composições unitárias referentes à concretagem de pilar possuem código 92718 a 92722, diferenciando-se pelo equipamento de aplicação do concreto e pela seção média dos pilares. A 92722 é caracterizada por uso de bombas na concretagem de pilares com seções transversais médias superiores a 0,25 m . A Figura 6 representa esquematicamente essa composição, objeto de estudo do presente artigo.

Figura 5 – Árvore de fatores do SINAPI para concretagem de pilar com concreto usinado



Fonte: adaptada de Caixa Econômica Federal (2020b).

Figura 6 - Descrição das composições e insumos que definem o código SINAPI 92722

CLASSE: FUES				
TIPO: 0043 - CONCRETOS				
Código / Seq.		Descrição da Composição		Unidade
01.FUES.CCTG.005/01		CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MAIOR QUE 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015		M3
Código SIPC				
92722				
Vigência: 12/2015			Última atualização: 12/2015	
COMPOSIÇÃO				
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1740
C	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0450
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1740
I	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBAMENTO (NBR 8953)	M <sup>3</sup>	1,1030
C	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0560
C	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1180

Diagrama de composição com setas apontando para:

- Composições para mão de obra (itens C: 88309, 88316, 88262)
- Insumo material (item I: 1527)
- Composições para Equipamentos (itens C: 90586, 90587)

Fonte: adaptada de Caixa Econômica Federal (2020b).

## Etapa de análise de dados

Para a efetivação da análise de correspondência entre normas e o SINAPI, foi necessário avaliar o último sob dois aspectos: o da árvore de fatores e o da composição de custo, seus insumos e seus desdobramentos. Essa etapa foi necessária porque, ao verificá-los separadamente, não havia todos os dados necessários para definir qual parte do produto constituía o custo.

## Análise de dados

Foram analisadas tanto a árvore de fatores (Figura 5) quanto a composição 92722 – concretagem de pilares com concreto usinado de 25 MPa, utilizando bomba (Figura 6), sendo essa dividida em cinco facetas denominadas de: “Critério”, “Mão de obra”, “Materiais”, “Equipamento” e “Procedimentos”. Parte da análise dessa composição decorre do desdobramento feito na Figura 7, na qual é possível verificar que existem composições auxiliares referentes a mão de obra e equipamentos.

Essas composições auxiliares (Figura 7) não foram analisadas neste estudo, mas servem de constatação sobre o nível de desdobramento que existe nas composições do SINAPI e a dimensão da sua complexidade. A Figura 8 representa um esquema do código SINAPI 92722 com as facetas que caracterizam esse serviço. O esquema (Figura 8) serviu de referência para a identificação ou não de um código dentre as 13 tabelas da série NBR 15965. As caixas de texto na cor azul são os itens que representam as principais facetas para a caracterização do serviço: “Critério”, “Mão de obra”, “Materiais”, “Equipamento” e “Procedimentos”.

## Análise do conteúdo da árvore de fatores

A Figura 9 apresenta a identificação de códigos de uma das tabelas da série da NBR 15965. Destaca-se os códigos inexistentes nas tabelas publicadas para os termos da árvore de fatores na cor vermelha.

Ao serem analisados os termos-chave da árvore de fatores, três foram identificados nas tabelas da série NBR 15965, sendo “Concretagem” (1S.70.35.03), “f<sub>ck</sub>” (0P.60.40.08) e “Área” (0P.50.40.00). Quatro são termos que poderiam estar nas futuras tabelas “2Q” e “3E”, sendo os termos “Pilar”, “Balde”, “Grua” e “Bomba”.

Dois desses não foram encontrados ou não serão publicados, sendo “Menor ou igual a” e “Maior que”, termos esses que são encontrados em muitas árvores de fatores do SINAPI.

Figura 7 - Esquema de representação das relações com outras composições e insumos do SINAPI que constituem o código de serviço 92722

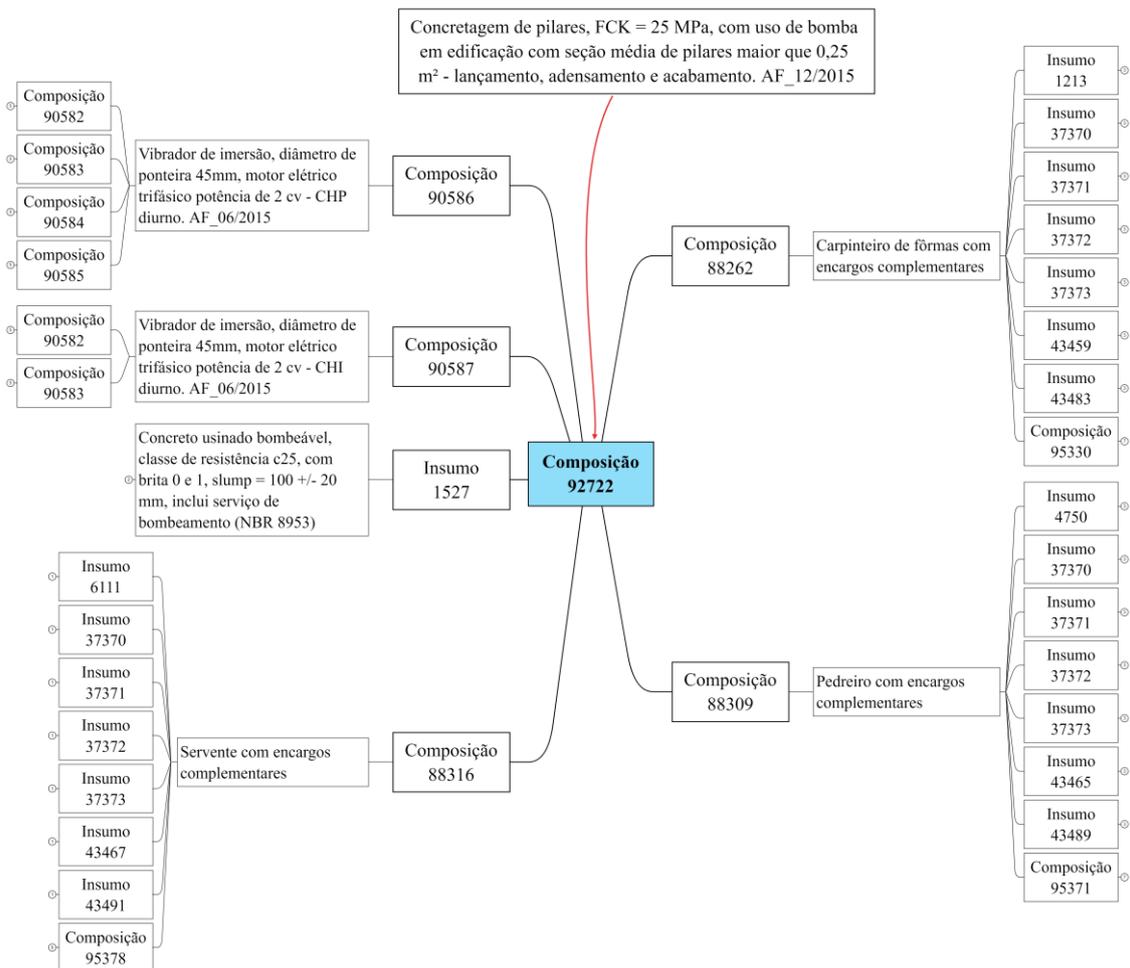


Figura 8 - Esquema de representação da composição originada da árvore de fatores – combinação de termos que representam o código SINAPI 92722

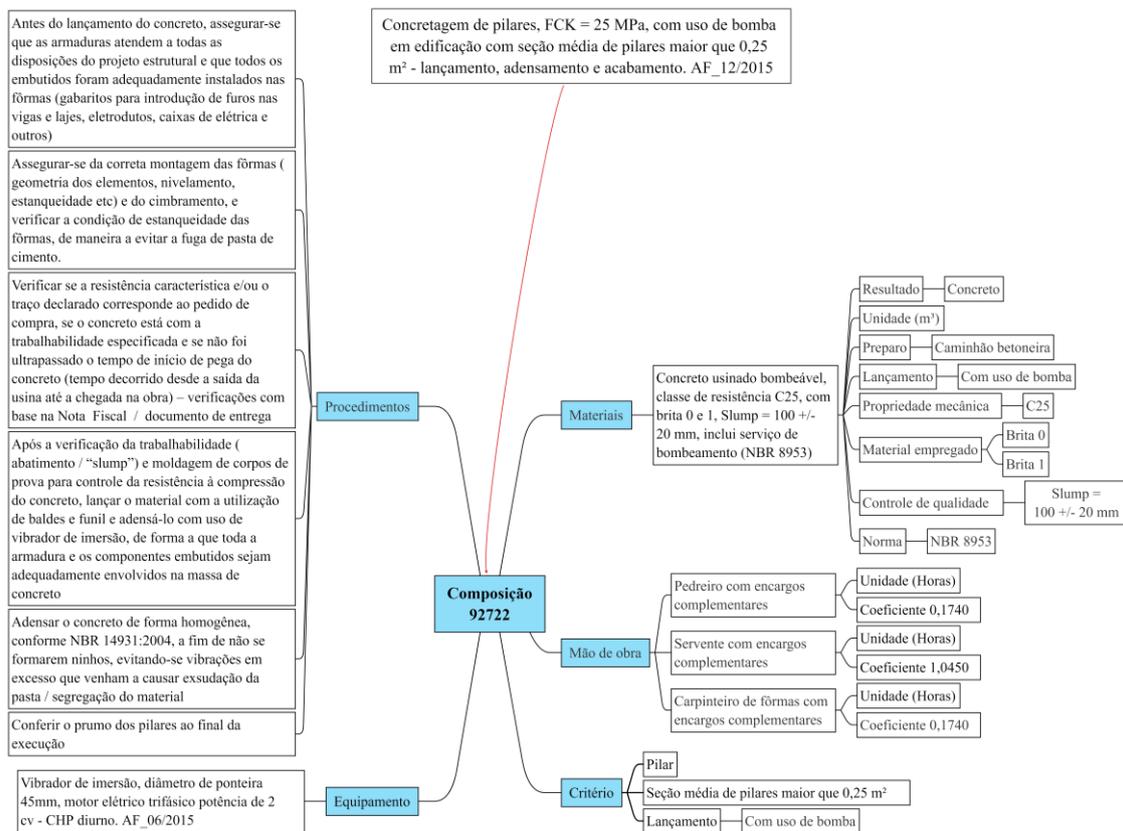
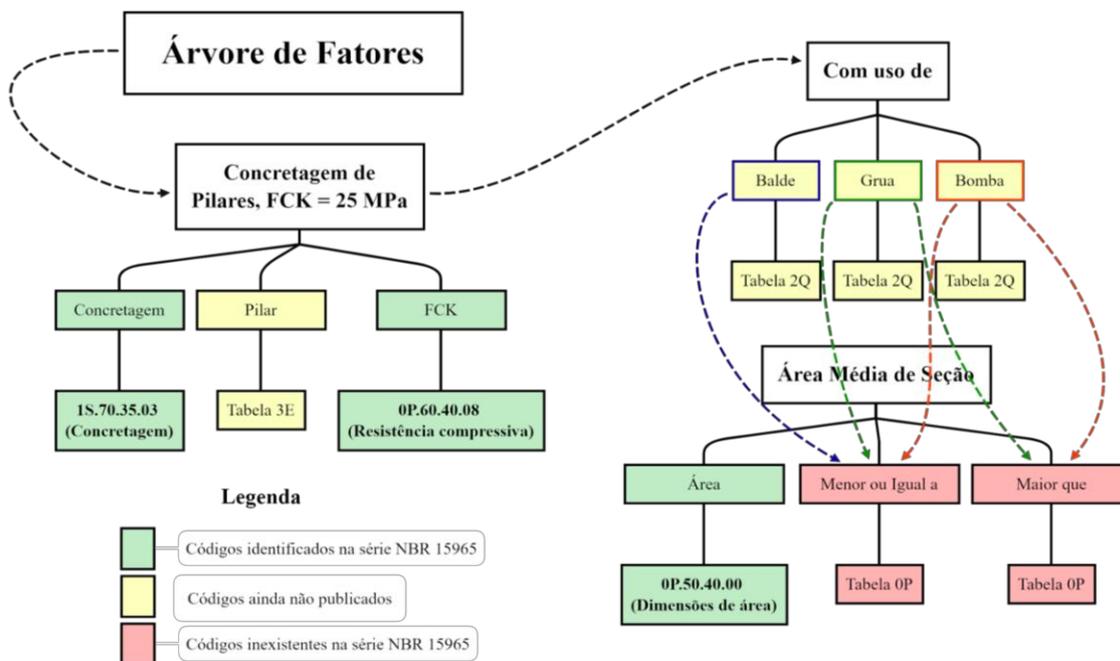


Figura 9 - Relação da árvore de fatores da composição 92722 do SINAPI com as normas da série NBR 15965



## Análise relativa ao conteúdo da composição

Para verificar se todo o conteúdo da composição está atendido nas normas, analisou-se separadamente as relações entre a composição 92722 e a série NBR 15965 sob as facetas de: “Critério”, “Material”, “Mão de obra”, “Equipamentos” e “Procedimentos”. Na Figura 10 foram incluídas as caixas de texto na cor azul, que são as facetas para a caracterização do serviço.

### Análise relativa ao critério

Para a faceta “Critério” (Figura 10) foram identificados seis termos: um para “área” (0P.50.40.00); outros três para “Pilar”, “Pavimento” e “Bombas de concreto” poderiam estar nas futuras tabelas “3E”, “4A” e “2Q”, e dois termos que não foram encontrados nas tabelas publicadas: “Maior que” e “Lançamento de concreto”.

### Análise relativa à mão de obra

A Figura 11 representa a parte da composição 92722 para a faceta “Mão de obra”. Nela, não foram identificadas as relações correspondentes aos termos “Hora”, “Hora por serviço executado” e “Coeficiente”. Outros aspectos relativos à mão de obra estão apresentados na Figura 11 como códigos ainda não publicados.

### Análise relativa aos materiais

A Figura 12 representa a parte da composição 92722 para a faceta “Materiais”. Nessa análise, concluiu-se que inexistem relações entre os seguintes códigos da norma e os termos do SINAPI: “Brita 0”, “Brita 1”, “Metros cúbicos”, “Coeficiente”, “Perda” e “NBR 8953”. Esse último se justifica porque a composição de custos estudada e outras são baseadas em parâmetros normativos.

### Análise relativa aos equipamentos

Essa análise é destacada na Figura 13, e nela não foram identificadas duas relações: os coeficientes por tempo de execução e tempo de espera / inativo, que no SINAPI são representados pelo custo horário produtivo (CHP) e custo horário improdutivo (CHI), na forma de coeficientes.

Figura 10 - Relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965 para “Critério”

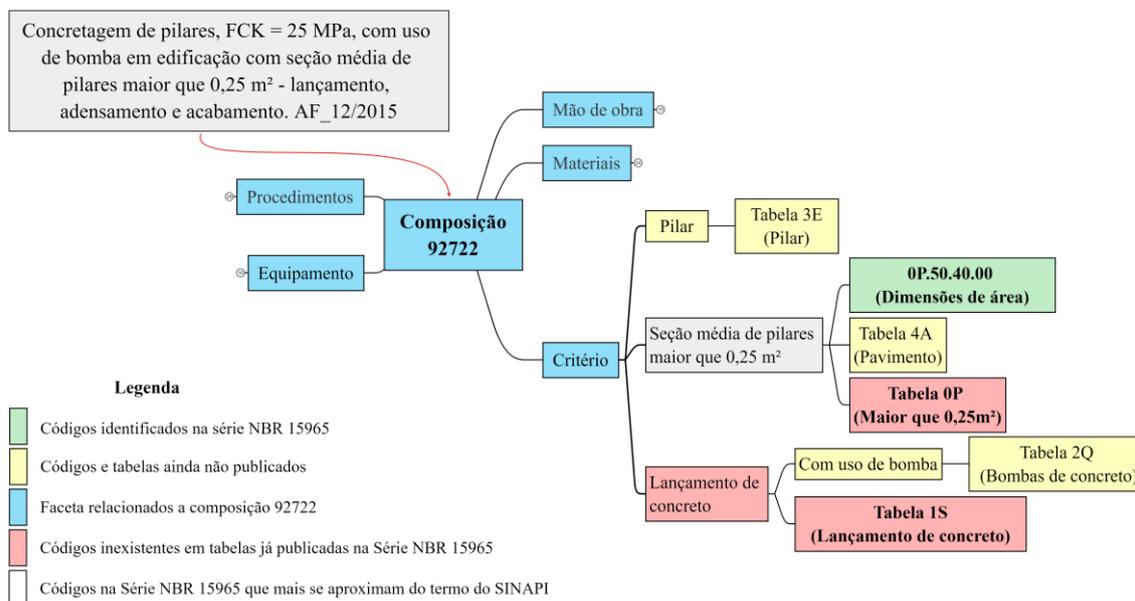


Figura 11 - Relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965 para mão de obra

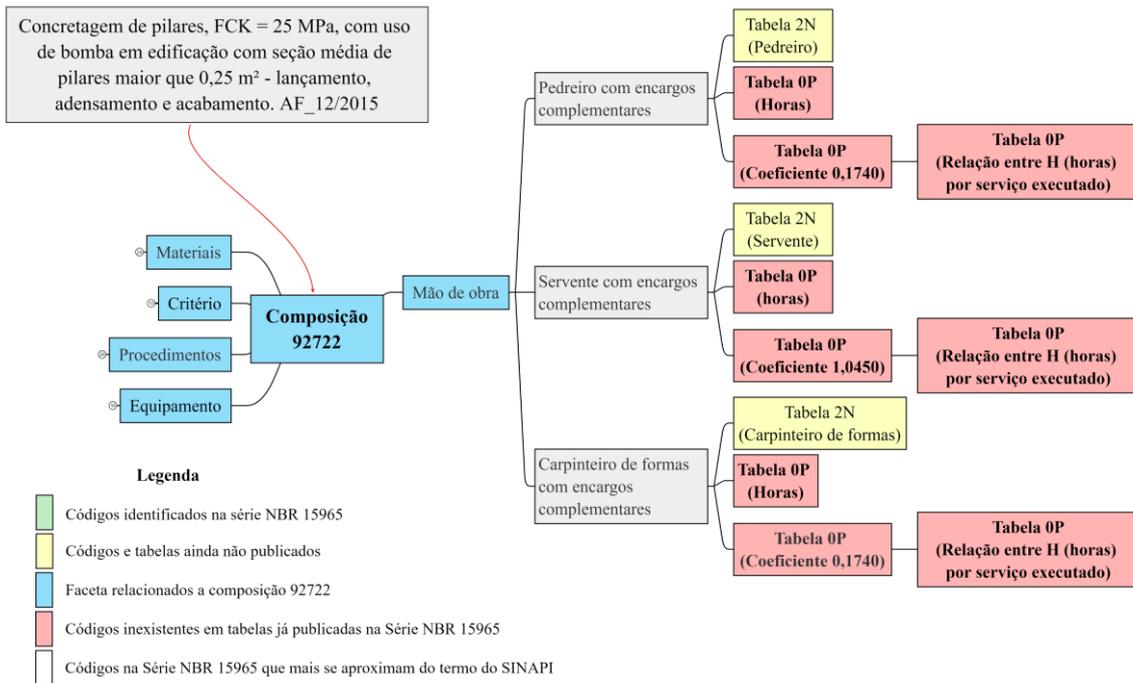


Figura 12 - Relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965 para materiais

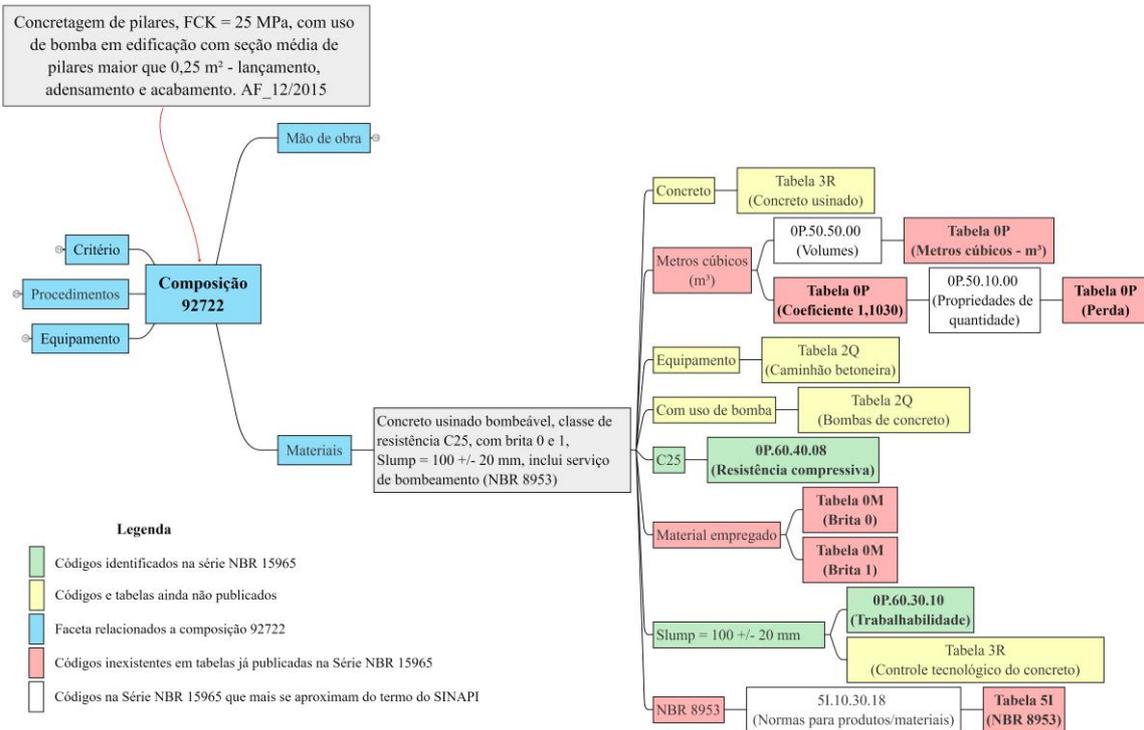
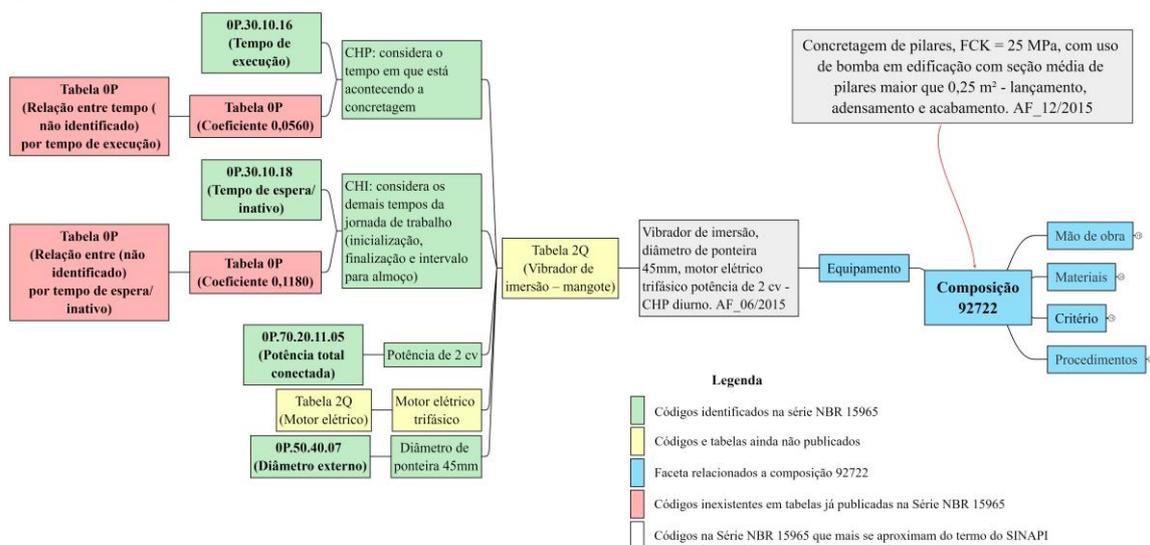


Figura 13 - Relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965 para “Equipamento”



### Análise relativa aos procedimentos

A faceta “Procedimentos” tem origem nos Cadernos Técnicos de Composições (CAIXA..., 2021b). A Figura 14 representa a parte da composição 92722 para essa faceta, sendo a que possui maior quantidade de códigos. Destaca-se as seguintes relações inexistentes: “Conferência das formas”, “Estanqueidade da forma”, “Conferência da armadura”, “Lançamento do concreto” e “Adensamento do concreto”. O código existente “Nota fiscal”, que aparece na tabela “5I” como “5I.80.26.18.14.16”, representa uma fase de aquisição de produto, em que três códigos estão diretamente relacionados à ação de conferência no recebimento da nota fiscal, sendo “Resistência compressiva” (0P.60.40.08), “Tempo de pega” (0P.30.10.26.01) e “Tempo decorrido” (0P.30.10.05).

## Resultados

Diante da lacuna identificada na pesquisa – da impossibilidade de interoperabilidade entre o SINAPI e a série da NBR 15965 – propõe-se as discussões a seguir, tanto sobre as análises feitas, item a item, como as recomendações para o aprimoramento SINAPI/normas.

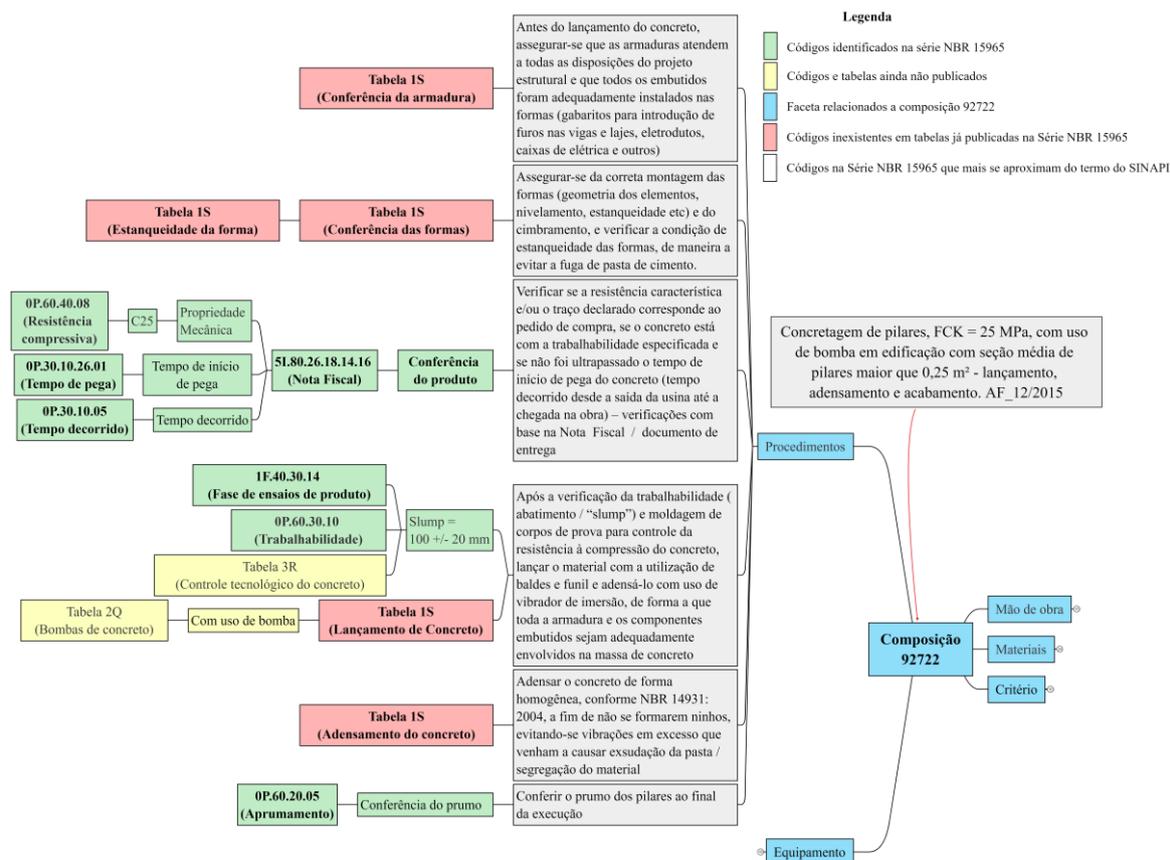
### Discussões sobre as análises

Na árvore de fatores (Figura 9), foram identificadas nove relações possíveis, sendo duas associadas às tabelas publicadas “1S” e “0P” para “Concretagem” (1S.70.35.03) e “ $f_{ck}$ ” (0P.60.40.08), quatro relações com as tabelas não publicadas “3E” para “pilar” e “2Q” para os termos “Balde” ou “Balde de concretagem”, “Grua” e “Bomba” ou “Bomba de concreto”. A presença desses termos na construção das tabelas “3E” e “2Q” permitiria a criação de uma árvore de fatores apenas com códigos da série NBR 15965. No entanto, o critério de área média de seção, apenas o código “Dimensões de área” (0P.50.40.00) foi identificado, mas não foram encontrados códigos para atender os critérios “Menor ou igual a” e “Maior que”. Para esse caso, a tabela “0P” seria a mais adequada por representar propriedades da construção.

Quanto ao código “Concretagem”, poderia ser o código “pai”<sup>2</sup> para o lançamento do concreto dos diversos elementos comuns na construção civil, como “Concretagem de pilar”, “Concretagem de coluna”, “Concretagem de viga”, “Concretagem de laje”, “Concretagem de rampa” entre outras. Essa subdivisão ajudaria a especializar esses diversos tipos de serviços facilitando sua estruturação para especificar uma composição de custos no SINAPI. Na análise de aplicabilidade da série NBR 15965 sobre a árvore de fatores na qual se encontra o código do serviço 92722 apenas três constam nas tabelas, quatro poderiam estar previstos nas futuras publicações e dois poderiam já estar presentes nas tabelas publicadas.

<sup>2</sup>Os termos “pai” e “filho” referentes a códigos nas análises e resultados foram adotados em função de seu uso na bibliografia sobre o desenvolvimento de ontologias, como em Ferneda (2013).

Figura 14 - Relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965 para “Procedimentos”



Com relação à faceta “Critério” (Figura 10) foi identificada a possibilidade de sua representação por seis códigos, sendo apenas um encontrado para “dimensões de área” (0P.50.40.00). Outros três termos identificados referem-se às tabelas “3E” para “Pilar”, “4A” para “Pavimento” e “2Q” para “Bombas de concreto”. Esses são termos muito utilizados ao se referir à construção civil, o que reforça a importância de tê-los na forma de códigos para ampliar a usabilidade da série NBR 15965.

Não foi identificado um termo na tabela “1S” para o serviço “Lançamento de concreto”, bem como não foi encontrado código para atender “Maior que”, presente na árvore de fatores. É importante ressaltar que termos como “Maior ou igual a” ou “Menor que”, estão presentes em diversos critérios para definição de uma composição, geralmente presente nas árvores de fatores do SINAPI, ampliando a usabilidade das tabelas da NBR 15965. Embora essas sejam representações *booleanas*, nesse contexto elas seriam tratadas como propriedades. Apesar de o usuário poder fazer essa relação de forma manual, isso não seria necessário se tais códigos fossem incorporados aos *softwares*, pois seria permitido que as propriedades fossem reconhecidas ou identificadas automaticamente atribuindo os códigos correspondentes e possibilitando tanto a sua categorização, como a identificação dos serviços com essas características no modelo.

A faceta “Mão de obra” (Figura 11) se subdivide em “Pedreiro”, “Carpinteiro de formas” e “Servente”, e esses deverão estar listados na tabela “2N” funções da construção. Esses termos têm uma especificação que é definida pela unidade “Hora” e pelo termo “Coeficiente” que se refere à produtividade na unidade “homens- hora por metro cúbico”. Para o termo “hora” não foi identificado um código na tabela “0P”, mas identificam- se dois termos sobre a ideia de “tempo” sendo “tempo de execução” (0P.30.10.16) e “tempo do processo” (0P.30.10.17). Para “Coeficiente” foi identificado um termo próximo a sua definição no “0P.50.50.04” (volume por unidade de tempo), no entanto o item “coeficiente” deveria ser um termo “pai” para outros termos específicos dentro da tabela “0P” e os seus termos “filhos” deveriam ter os códigos que representam as especificidades para atender o SINAPI, devendo detalhar ou qualificar o termo “Coeficiente” uma vez que o mesmo representa relações diferentes.

Ao se tratar da faceta “Materiais” (Figura 12), apenas os identificados por “0P.60.40.08” (Resistência compressiva) e “0P.60.30.10” (Trabalhabilidade) foram detectados como relações existentes. O termo

“Concreto usinado” deveria estar incluído na tabela “3R”, “Caminhão betoneira” na tabela “2Q” e “Bombas de concreto” na tabela “2Q”. O termo *slump* é representado pela “Trabalhabilidade”, mas seria importante ser incluído o item “Controle tecnológico do concreto” na tabela “3R” a fim de considerar os controles de qualidade não abrangidos na medição de *slump*. Para a NBR 8953, citada no Cadernos Técnicos de Composições para Concretagem para Estruturas de Concreto Armado, foram identificados os códigos “1F.40.30.14” (Fase de ensaios de produto), “0P.60.10.05” (Protocolo de inspeção) e o mais próximo “5I.10.30.18” (Normas para produtos/materiais).

Com relação à faceta “Equipamento” (Figura 13), identifica-se que as tabelas “0P” e “2Q” seriam suficientes para caracterizar o “Vibrador de imersão – mangote” para a composição 92722. Dos oito termos encontrados para caracterização do mangote, se a tabela “2Q” definisse uma identificação para o “mangote de imersão” bastaria vincular a ele os códigos que representam as propriedades CHP e CHI sendo, respectivamente, “0P.30.10.16” (Tempo de execução) e “0P.30.10.18” (Tempo de espera/inativo) para representá-lo no SINAPI. No entanto, ainda ficariam faltando dois códigos para representar os coeficientes a eles relacionados. Os demais códigos identificados, com exceção do “Motor elétrico” na futura tabela “2Q”, seriam especificados pelos fabricantes do equipamento, sendo nesse caso “Potência total conectada” (0P.70.20.11.05) e “Diâmetro externo” (0P.50.40.07).

Analisando-se os “Procedimentos”, pode-se constatar que esses se referem às especificações que estão descritas em documentos, como cadernos de encargos, ou seja, nesse caso dever-se-ia promover uma relação dos códigos da série NBR 15965 às entidades do modelo que os orientassem para um procedimento específico, permitindo, dessa forma, a produção de documentos técnicos vinculados às entidades do modelo. As tabelas identificadas na análise do termo “Procedimento” foram a “0P”, “1S”, “1F”, “2Q”, “3R” e “5I”.

Na Figura 15 sintetiza-se a proposta de relação entre a série NBR 15965 e o código SINAPI 92722. Nela, pode-se perceber que seriam necessários 45 códigos da NBR 15965 para caracterizar o serviço, sendo que desses 12 estão nas tabelas publicadas “0P”, “1F” e “5I” e 19 deveriam estar nas tabelas publicadas “0M”, “0P”, “1S” e “5I”, demandando revisão nas NBRs 15965-2 e 15965-3. Já 11 códigos poderiam ser considerados nas futuras tabelas “2Q”, “2N”, “3R”, “3E” e “4A”. Portanto, dos 45 códigos identificados, 31 já poderiam estar disponíveis, representando aproximadamente 69% das informações da composição SINAPI 92722. De forma complementar à Figura 15, visando sistematizar as relações propostas e ampliar a compreensão das informações apresentadas, o Quadro 1<sup>3</sup> apresenta para cada uma das cinco facetas (mão de obra, material, critério, procedimentos e equipamentos):

- (a) as descrições dos termos encontrados no SINAPI;
- (b) os respectivos códigos identificados na NBR 15965, bem como os códigos e tabelas ainda não publicados, códigos inexistentes em tabelas já publicadas na NBR 15965; e
- (c) códigos na série NBR 15965 que mais se aproximam do termo do SINAPI.

Adicionalmente, apresenta-se uma coluna com considerações complementares sobre termos em destaque.

Dentro do estudo de caso realizado, verificou-se a frequência das relações identificadas nas tabelas publicadas, ou a publicar, na série NBR 15965, a qual está expressa no Quadro 1. Observa-se que as tabelas 1D, 2C e 4U não contribuíram com possíveis relações, e a maior frequência ocorreu na tabela 0P, com mais de 50%, sendo a primeira tabela publicada da série.

## Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965

A interoperabilidade é a chave para a integração entre sistemas e isso passa pela necessidade de padronização da classificação das informações da construção civil. O SINAPI pode ser aprimorado se forem levadas em conta, na sua estruturação, as normas relativas aos sistemas de informação da construção. Ao se compreender como as tabelas normativas são constituídas, ocorre a catalisação de esforços para uma revisão de termos generalistas ou específicos que ficam isolados ou desconectados do sistema de classificação.

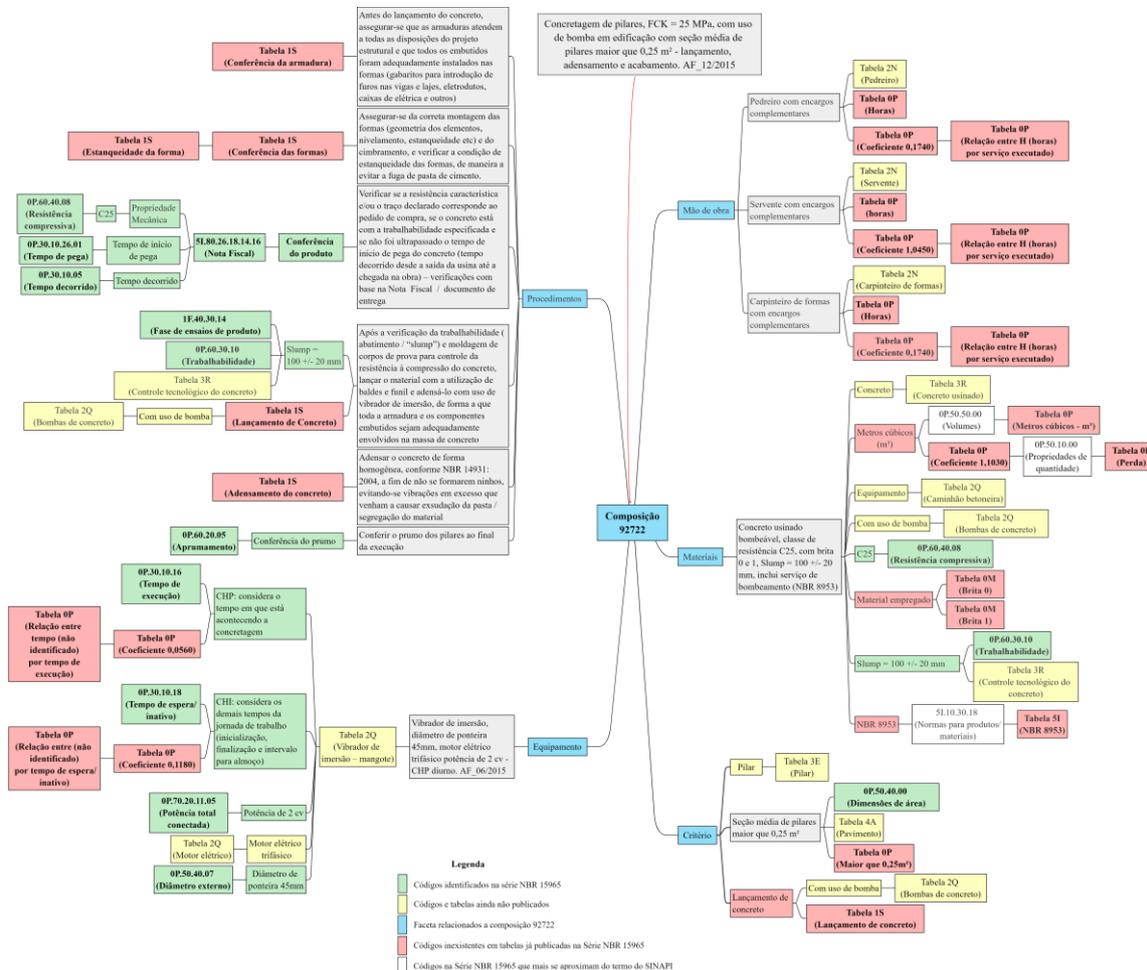
### Com relação ao SINAPI

De forma geral, as propostas para o aprimoramento do SINAPI estão relacionadas às definições sobre as composições de custo, que representam o significado dos parâmetros de produtividade da mão de obra, pois

<sup>3</sup>Disponível em: <https://www.engjma.com.br/2016/08/Quadro15DetalhamentoDasRelacoesSinapiNBR.html>.

o termo “coeficiente”, nelas presente, é muito genérico, havendo a necessidade de maior esclarecimento. Em tese, sabe-se que os coeficientes estão relacionados com os parâmetros tempo, custo e unidade do serviço, sendo o parâmetro unidade de serviço a principal variável, estando o tempo geralmente na unidade “hora”, e o custo na unidade “reais (R\$)”.

Figura 15 - Síntese das relações entre a composição SINAPI 92722 e a série NBR 15965



Quadro 1 - Frequência de relações entre a composição SINAPI 92722 e tabelas da série NBR 15965

Matérias da construção	Propriedades da construção	Fases da construção	Serviços da construção	Disciplinas da construção	Funções da construção	Equipamentos da construção	Produtos da construção	Elementos da construção	Resultados de serviços da construção	Unidades da construção	Espaços da construção	Informações da construção	Soma
0M	0P	1F	1S	1D	2N	2Q	2C	3E	3R	4U	4A	5I	
2	23	1	5	0	3	4	0	1	2	0	1	3	45
4,4%	51,1%	2,2%	11,1%	0,0%	6,7%	8,9%	0,0%	2,2%	4,4%	0,0%	2,2%	6,7%	100%

Outros termos que precisam de uma definição mais clara estão relacionados aos equipamentos utilizados para a prestação de um determinado serviço. Como exemplo está se falando sobre o vibrador de imersão, que possui os acrônimos “CHP” – custo da hora produtiva e “CHI” – custo da hora improdutiva. Apesar de parecer simples a sua representação “R\$/hora produtiva” ou “R\$/hora improdutiva”, é relevante deixar compreensível a sua propriedade.

Além das composições, a estruturação proposta poderia se estender aos cadernos técnicos vigentes. Nesses cadernos, poder-se-ia promover uma relação dos códigos da série NBR 15965 às entidades do modelo que os orientassem para um procedimento específico. Por fim, é necessária a adequação das árvores de fatores, visto que não representam todas as combinações possíveis para formação das composições unitárias, como no exemplo dado no referencial teórico para formas com espessura de 17 mm e 18 mm.

### Com relação à NBR 15965

Ao serem analisadas as relações entre NBR 15965 e SINAPI (caso selecionado no presente artigo) percebeu-se a não consideração de termos como: “lançamento de concreto”, “conferência da armadura”, “adensamento do concreto” e “conferência das formas” na tabela “1S”, identificados como itens que poderiam estar incluídos. Outros exemplos seriam: a presença dos termos “brita 0”, “brita 1”, entre outros materiais aplicáveis na construção civil, na tabela “0M” e o código “estanqueidade da forma” como uma propriedade na tabela “0P”.

Por fim, outro ponto levantado está relacionado às propriedades que tratam de “maior”, “menor”, “igual” e suas relações. Por serem condicionantes para a seleção de um determinado serviço, seja no SINAPI ou em qualquer outro sistema de referência de custo da construção civil, sugere-se que os *softwares* de orçamentação permitam a verificação e atribuição de tais condições.

## Conclusão

Em outros países, os CICSs foram desenvolvidos previamente ao CICS brasileiro, de modo que as bases de dados de orçamento foram sendo alinhadas com os padrões de especificação de produtos de construção. No Brasil tal alinhamento ainda não ocorreu.

Para que a interoperabilidade entre sistemas ocorra, é necessário que normas e sistemas busquem a padronização de linguagens e codificação dos elementos da construção. No cenário brasileiro, apesar de existirem normas e sistemas orçamentários recentemente revisados – no caso do presente artigo tomou-se a NBR 15965 e o SINAPI como objeto de estudo de caso – as suas estruturas ainda não possuem linguagens comuns que permitam o intercâmbio de dados e informações. Para resolver essa lacuna, os autores propuseram recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965. O método ora empregado também oferece resposta à resolução dessa lacuna.

O estudo apresentado faz uso das árvores de fatores do SINAPI, as quais simplificam a quantidade de atributos para caracterizar um serviço. Sua conversão para os códigos da NBR 15965 seria um dos primeiros passos para auxiliar na especificação dos serviços diretamente nas entidades que compõem uma determinada disciplina e, por consequência, propiciar a automação do processo de orçamentação em *softwares* de BIM. O presente trabalho aponta quais as necessidades de revisão e inclusões de termos nas tabelas da NBR 15965 para a classificação de um tipo de concretagem de pilar definido no SINAPI. Além disso, a estruturação proposta permite que os códigos da NBR 15965 sejam orientados para um procedimento específico dos cadernos técnicos do SINAPI.

Com a codificação dos atributos que formam uma composição de serviço do SINAPI, a presente pesquisa avança no conhecimento da classificação das informações da construção na área de orçamentação ao propor relações que podem contribuir para uma aplicação do uso computacional na orçamentação na fase de projeto, com a codificação dos atributos que formam uma composição de serviço do SINAPI. Estudos futuros poderão expandir a análise aqui realizada para outras composições, bem como avaliar as inter-relações entre composições. O SINAPI, em seu trabalho constante de atualização, poderá subsidiar a criação de novas composições com base no CICS brasileiro e nas recomendações fornecidas por este estudo.

## Referências

AFSARI, K.; EASTMAN, C. A Comparison of construction classification systems used for classifying building product models. In: ASC ANNUAL INTERNATIONAL, 52., Provo, 2016. **Proceedings [...]** Provo: Brigham Young University, 2016.

- AKANBI, T.; ZHANG, J. Design information extraction from construction specifications to support cost estimation. **Automation in Construction**, v. 131, p. 1-14, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 2: características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 3: processos da construção. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 7: informação da Construção. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2**: construção de edificação: organização de informação da construção: parte 2: estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2018.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **SICRO**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. **Lei Nº 14.133**, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.133-de-1-de-abril-de-2021-311876884>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRÍGITTE, G.; RUSCHEL, R. Identification of applicable patterns to algorithmization in BIM to explore solutions in the design stage of Social Housing. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IBERO-AMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, 21., Concepción, 2018. **Proceedings [...]** Concepción, 2018.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Cadernos técnicos de composições para concretagem para estruturas de concreto armado** - LOTE 1, Versão: 001, Vigência: 12/2015, Última atualização: 12/2015. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI\\_CT\\_LOTE1\\_CONCRETAGEM\\_ESTRUTURA\\_CONCRETO\\_ARMADO\\_V001.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_LOTE1_CONCRETAGEM_ESTRUTURA_CONCRETO_ARMADO_V001.pdf). Acesso em: 3 mar. 2021b.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Cadernos Técnicos de Composições para Formas para Estruturas de Concreto Armado**. 2020b. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI\\_CT\\_MT1\\_FORMAS\\_PARA\\_ECA\\_v010.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_MT1_FORMAS_PARA_ECA_v010.pdf). Acesso em: 3 mar. 2021.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Referências de preços e custos**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 26 mar. 2021a.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 8. ed. Brasília: Caixa, 2020a.
- CORREA, F. R.; SANTOS, E. T. Ontologias na construção civil: Uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 9, n. 2, p. 7-22, jul./dez. 2014.
- CORRÊA, L de A. *et al.* Ontology and interoperability in construction planning automation with 4D BIM: a systematic review. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., Maceió, 2021. **Anais [...]** Maceió: ANTAC, 2021.
- DE AMORIM, S. R. L.; PEIXOTO, L. A. **Inovação tecnológica na construção habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2006. Coleção Habitar, v. 6.
- DIAZ, N.; HASAN, M.; LU, M. RSMmeans-guided approach to detailed cost estimating: a residential project case. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 17., Tampere, 2018. **Proceedings [...]** Tampere: Finnish Association of Civil Engineers, 2018.

EKHOLM, A. A conceptual framework for classification of construction works. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 1, p. 25-50, 1996.

FELISBERTO, A. D. **Contribuições para elaboração de orçamento de referência de obra pública observando a nova árvore de fatores do SINAPI com BIM 5D - LOD 300**. Florianópolis, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

FELISBERTO, A. D. *et al.* BIM cost estimation guidelines for Brazilian public sector infrastructure. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 12, p. e021004, 2021.

FERNEDA, E. **Ontologia como recurso de padronização terminológica em um Sistema de Recuperação de Informação**. João Pessoa, 2013. Relatório de Pesquisa (Estágio pós-doutoral em Ciência da Informação) – Pós-Graduação em Ciência da Informação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

FREITAS, P. L. B. **Análise comparativa entre orçamentos elaborados com composições de preço unitário de dois bancos de dados – SINAPI e TCPO: estudo de caso no Distrito Federal**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017.

HIPPERT, M. A. S.; NAVEIRO, R. Organização e representação do conhecimento: um estudo aplicado aos documentos de gestão da qualidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 89-101, jan./mar. 2010.

JORGENSEN, K. A. Classification of building object types- misconceptions, challenges and opportunities. In: CIB W78-W102 INTERNATIONAL CONFERENCE, Sophia Antipolis, 2011. **Proceedings [...]** Sophia Antipolis, 2011.

LEE, Y.-C.; EASTMAN, C. M.; LEE, J.-K. Validations for ensuring the interoperability of data exchange of a building information model. **Automation in Construction**, p. 176-195, out. 2015.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composições de custo para orçamentação de obras de edificações**. São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NIKNAM, M.; KARSHENAS, S. Integrating distributed sources of information for construction cost estimating using Semantic Web and Semantic Web Service technologies. **Automation in Construction**, v. 57, p. 222-238, 2015.

OLIVEIRA, G. M. G. **Classificação da informação da construção em BIM: panorama e normalização**. São Paulo, 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

POÊJO, T. M. M. **Contributos para um Sistema de Classificação de Informação da Construção Nacional, em conformidade com a Norma ISO 12006**. Lisboa, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

RAYNER, S.; AL-HAJJ, A. Implementing BIM: a change in culture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHINESE ECONOMY, BUSINESS AND INDUSTRY, Tokyo, 2015. **Proceedings [...]** Tokyo: World Academy of Science, Engineering and Technology, 2015.

SÃO PAULO. **Tabela de custos unitários da SIURB**. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/tabelas\\_de\\_custos/index.php?p=310197#Tabela\\_de\\_custos](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/obras/tabelas_de_custos/index.php?p=310197#Tabela_de_custos). Acesso em: 10 set. 2021.

SHEHZAD, H. M. F. *et al.* The role of interoperability dimensions in building information modelling. **Computers in Industry**, v. 129, p. 103444, 2021.

SILVA, J. L. da; COMPARIM, L. L. **Estudo de caso: análise comparativa do orçamento e planejamento de uma residência unifamiliar utilizando as ferramentas AutoCAD e Revit**. Pato Branco, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2016.

TERAI, T. Development of the Construction Classification System in Japan (JCCS). **Tsinghua Science & Technology**, v. 13, p. 199-204, out. 2008.

VENUGOPAL, M. *et al.* Semantics of model views for information exchanges using the industry foundation class schema. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, n. 2, p. 411-428, 2012.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001 - pelo apoio fornecido à pesquisa.

### Rafael Fernandes Teixeira da Silva

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | Rua João Pio Duarte Silva, 151, Córrego Grande | Florianópolis - SC - Brasil | CEP 88037-001 | Tel.: (48) 3721-2395 | E-mail: rfs2574@gmail.com

### Fernanda Fernandes Marchiori

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | E-mail: fernanda.marchiori@ufsc.br

### Vera Lucia Correia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | E-mail: vlcorreia93@gmail.com

### João Paulo Maciel de Abreu

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Universidade Federal de Santa Catarina | E-mail: joaopaulojpma@hotmail.com

### **Ambiente Construído**

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)

[www.scielo.br/ac](http://www.scielo.br/ac)

E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.