

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Adolfo Calderan Loregian

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO VISANDO O
PLANEJAMENTO E CONTROLE INTEGRADO DA
QUALIDADE E DA PRODUÇÃO EM EMPREENDIMENTOS
DE EDIFICAÇÕES**

Porto Alegre
dezembro 2017

ADOLFO CALDERAN LOREGIAN

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO VISANDO O
PLANEJAMENTO E CONTROLE INTEGRADO DA
QUALIDADE E DA PRODUÇÃO EM EMPREENDIMENTOS
DE EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Eduardo Luis Isatto

Porto Alegre
Dezembro 2017

CIP - Catalogação na Publicação

Loregian, Adolfo Calderan

Modelagem da informação visando o planejamento e controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações / Adolfo Calderan Loregian. -- 2017.

109 f.

Orientador: Eduardo Luis Isatto.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Planejamento e controle da produção. 2. Sistema de gestão da qualidade. 3. Gestão integrada. 4. Sistema de classificação da informação. 5. Modelagem de dados. I. Isatto, Eduardo Luis, orient. II. Título.

ADOLFO CALDERAN LOREGIAN

**MODELAGEM DA INFORMAÇÃO VISANDO O
PLANEJAMENTO E CONTROLE INTEGRADO DA
QUALIDADE E DA PRODUÇÃO EM EMPREENDIMENTOS
DE EDIFICAÇÕES**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado pela banca examinadora e, em sua forma final, pelo Professor Orientador.

Porto Alegre, dezembro de 2017

Prof. Eduardo Luis Isatto
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Eduardo Luis Isatto (UFRGS)
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Tarcisio Abreu Saurin (UFRGS)
PhD pela *University of Salford*, Grã-Bretanha

Eng.^a Raque Hoffmann Reck (Nex Group)
Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Josemar e Arlete.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Eduardo Luis Isatto pela dedicação, comprometimento e auxílio no desenvolvimento deste trabalho, compartilhando comigo seus conhecimentos e seu tempo.

Agradeço a meu pai, Josemar, que me ensinou que apenas trabalhando com muita garra, se alcançam as grandes conquistas.

Agradeço a minha mãe, Arlete, por me manter saudável não apenas de corpo, mas de alma.

Agradeço a minha irmã, Morgana, que me ensinou a compartilhar.

Agradeço à Karina, pelo companheirismo em todos os momentos, bons e ruins.

Agradeço a todos os meus amigos, principalmente ao Lucas e ao Arthur, por compartilharem comigo essa etapa tão importante da melhor forma possível.

Agradeço ao Cleber, cuja amizade tão duradoura teve papel importante para o desenvolvimento deste trabalho.

Tudo o que é, é agora
Tudo o que está vivo, está vivo agora
Agora é a única vez
A única eternidade

Acharya Rajneesh

RESUMO

LOREGIAN, A. C. **Modelagem da informação visando o planejamento e controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações.** 2017.

Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

A indústria da construção tem avançado lentamente no sentido de melhorar seus processos produtivos de forma a reduzir as perdas existentes no setor. Para isso, a integração entre o Planejamento e Controle da Produção e o Sistema de gestão da qualidade é considerada fundamental para que se atinjam níveis próximos aos alcançados por outras indústrias de manufatura. Com o aumento do uso de tecnologia da informação e do *Building Information Modeling* (BIM), essa integração passou a ser considerada através do uso de dispositivos móveis, que facilitam o alcance desses sistemas dentro dos canteiros de obras. Porém, para que essa integração seja atingida, é preciso estabelecer métodos de modelagem de forma que as informações necessárias estejam disponíveis nestes dispositivos. Neste sentido, o presente trabalho avaliou a integração do sistema de gestão da qualidade e do controle da produção através dos pacotes de trabalho definidos no planejamento de curto prazo, tomando-os como o lote de conferência da qualidade. Para isso, foi avaliado a utilização de dois modelos estruturados de informação, processos e produto, para a definição dos pacotes de trabalho. Avaliou-se a aplicabilidade do sistema de classificação tanto pelo ponto de vista do planejamento quanto da produção, e também sua utilidade na definição dos itens de verificação da qualidade. A partir destes, se propõe uma modelagem de dados utilizando o sistema de classificação analisado com o objetivo de desenvolver um banco de dados que possa ser utilizado para o desenvolvimento de um *software* visando a integração entre o planejamento e controle da produção e do sistema de gestão da qualidade nos canteiros de obra.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção. Sistema de Gestão da Qualidade. Gestão integrada. Sistemas de classificação da informação. Modelagem de dados. Modelo Processo-Produto

ABSTRACT

LOREGIAN, A. C. **Modelagem da informação visando o planejamento e controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações.** 2017. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre.

Information modeling for the planning and integrated control of quality and production in building projects

The construction industry has moved slowly to improve its production processes in order to reduce losses. The integration between Production Planning and Control and the Quality Management System is considered fundamental to reach levels close to those achieved by other manufacturing industries. With the increasing use of information technology and Building Information Modeling (BIM), this integration has come to be seen through the use of mobile devices, which facilitate the reach of these systems within the construction sites. However, for this integration to be achieved, modeling methods must be established so that the necessary information is available on these devices. In this sense, the present work evaluated the integration of the quality management system and production control through the work packages defined in the short-term planning, taking them as the quality conference lot. For this, the use of two structured information models, process and product, was evaluated for the definition of the work packages. The applicability of the classification system was evaluated both from the point of view of planning and production, as well as its usefulness in the definition of quality verification items. From these, it is proposed a data modeling using the classification system analyzed with the objective of developing a database that can be used for the development of a software aimed at the integration between planning and control of production and the management system quality in the construction sites.

Keywords: Production Planning and Control. Quality management system. Integrated management. Information classification systems. Data modeling. Process-Product Model

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Qualidade, Gestão da Qualidade e elementos que a compõem.	29
Figura 2 - Relações entre fornecedores e clientes internos de uma empresa	33
Figura 3 - Situação dos pacotes de conferência na semana	34
Figura 4 - Controle integrado da qualidade e os padrões	36
Figura 5 - Etapas dimensão horizontal	38
Figura 6 - O Sistema Last Planner	41
Figura 7 - Diagrama das etapas do trabalho	47
Figura 8 - Exemplo de PVQ	51
Figura 9 - Planta baixa do empreendimento	52
Figura 10 - Pavimento tipo: asa e miolo	53
Figura 11 - Modelo padrão programação semanal	55
Figura 12 - Notação crow foot	57
Figura 13 - Exemplo de entidades e seus relacionamentos	58
Figura 14 - Formulação do pacote de trabalho	60
Figura 15 - Exemplo de código de pacote de trabalho	61
Figura 16 - Processos	62
Figura 17 - Código de pacote de trabalho	67
Figura 18 - Planilha para criação dos pacotes de trabalho	68
Figura 19 - Compatibilidade dos pacotes de trabalho	69
Figura 20 - Diagrama DER	73
Figura 21 - Módulo Produto	74
Figura 22 - Módulo Controle Integrado	75
Figura 23 - Módulo Canteiro	76
Figura 24 - Integração entre os módulos	77
Figura 25 - Fluxograma dos pacotes de trabalho	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tabelas OmniClass.....	24
Quadro 2 - Dificuldades e hipóteses de melhoria no primeiro estudo.....	64

LISTA DE SIGLAS

BIM – *Building Information Modeling*

DER – Diagrama Entidade – Relacionamento

ISSO – International Organization for Standardization

LPS – Sistema *Last Planner*

NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PDCA – *Plan Do Check Act*

PES – Procedimento Executivo de Serviço

PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida

PPC – Porcentual de Pacotes Concluídos

PPCQ – Porcentual de Pacotes Concluídos com Qualidade

PPCR – Porcentual de Pacotes Concluídos Real

PQO – Plano de Qualidade da Obra

PVQ – Planilha de Verificação da Qualidade

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras

TI – Tecnologia da Informação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA.....	17
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	19
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	19
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	19
2.2.1 Objetivo Principal	19
2.2.2 Objetivos secundários	19
2.3 PROPOSIÇÃO	20
2.4 DELIMITAÇÕES	20
2.5 LIMITAÇÕES	20
3 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO E MODELOS DE PROCESSO E PRODUTO ...	21
3.1 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO.....	21
3.1.1 Classificações enumerativas.....	22
3.1.2 Classificações facetadas.....	22
3.1.3 Normas ISO.....	23
3.1.4 Omniclass	23
3.2 MODELOS DE PROCESSO E PRODUTO	25
4 CONTROLE INTEGRADO DA QUALIDADE E DA PRODUÇÃO.....	27
4.1 QUALIDADE.....	27
4.1.1 Definição	27
4.1.2 Gestão da Qualidade	28
4.1.3 Qualidade na Construção Civil	31
4.1.4 Qualidade e o modelo Processo-Produto	35
4.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	36
4.2.1 Definição de Planejamento	37
4.2.2 Dimensões de Planejamento	38
4.2.2.1 Dimensão Horizontal.....	38
4.2.2.2 Dimensão Vertical.....	40
4.2.3 Last Planner	41
4.2.3.1 Longo Prazo	42
4.2.3.2 Médio prazo.....	42

4.2.3.3 Curto prazo.....	43
4.2.2.4 Pacotes de trabalho e o modelo Processo-Produto	44
4.3 CONTROLE INTEGRADO: PRODUÇÃO E QUALIDADE	44
5 MÉTODO DE PESQUISA	47
5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	47
5.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	48
5.2.1 Sistema de PCP.....	49
5.2.2 Sistema de Gestão da Qualidade.....	50
5.2.3 O empreendimento de estudo	52
5.2.4 Avaliação do PCP e SGQ	54
5.3 MODELAGEM E REPRESENTAÇÃO.....	57
6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO	59
6.1 PROPOSTA INICIAL	61
6.1.1 Faceta processo	62
6.1.2 Faceta produto	63
6.2 ESTUDO 1	63
6.3 RESULTADOS DO ESTUDO 1	64
6.4 SEGUNDO MODELO DE CLASSIFICAÇÃO	65
6.4.1 Faceta processo	65
6.4.2 Faceta produto	66
6.4.3 Estrutura do modelo de classificação	66
6.4.4 Desenvolvimento de planilha para formulação dos pacotes.....	67
6.5 ESTUDO 2.....	68
6.6 DISCUSSÃO FINAL DOS RESULTADOS DOS ESTUDOS 1 E 2.....	70
7 PROPOSTA DE MODELAGEM	72
7.1 MÓDULO PRODUTO	72
7.2 MÓDULO CONTROLE INTEGRADO.....	74
7.3 MÓDULO CANTEIRO.....	76
7.4 INTEGRAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS	76
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
APÊNDICE A – FACETA PRODUTO – ESTUDO 1	84
APÊNDICE B – RESULTADOS DO ESTUDO 1.....	86
APÊNDICE C – FACETA PRODUTO – ESTUDO 2	93
APÊNDICE D – FACETA PROCESSO - ESTUDO 2.....	95
APÊNDICE E – PACOTES DE TRABALHO DO ESTUDO 2.....	98

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como objetivo apresentar o contexto em que se insere este trabalho, descrever o problema de pesquisa e demonstrar a sua relevância e justificativa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria da construção civil brasileira está passando por um momento de transformação, impulsionado pela situação de instabilidade política e econômica atual. Devido a diminuição de incentivos por parte do governo federal, principalmente para financiamentos habitacionais, as construtoras não mais vêem como oportunidade o aumento em escala da produção, mas a mudança para modelos mais eficientes de gestão, que proporcionem o melhor uso dos recursos disponíveis e conseqüentemente aumentando a margem de lucro. Neste cenário em que não mais apenas a quantidade é importante, os sistemas de gestão da qualidade deixam de existir apenas por exigência de programas governamentais ou para o aumento da qualidade das construções, mas passam também a ser vistos como fundamentais para a diminuição das perdas.

Apesar da indústria da construção apresentar uma evolução no seu sistema de controle da produção nos últimos anos, ainda está distante dos resultados de qualidade e eficiência obtidos em outras indústrias. Segundo Formoso (1996), as perdas reais médias dos insumos nessa indústria possuem um grande intervalo de variação e situam-se entre 0.85 e 8 vezes as perdas usuais admitidas.

A filosofia *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta), desenvolvida por executivos da Toyota na época de reconstrução do Japão pós-guerra tem sido implementada com sucesso na indústria da manufatura como um todo e tem gerado grande interesse por parte da indústria da construção civil. Segundo Shinohara¹ (1988 apud KOSKELA, 1992), a produção enxuta visa buscar uma tecnologia de produção que utilize o mínimo de recursos para uma produção sem defeitos, com a menor quantidade de produtos inacabados, no menor tempo possível, considerando como

¹ Shinohara, Isao. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries**. Productivity Press, 1988.

perda qualquer processo que não contribua para a qualidade, preço e prazo exigido pelo cliente, buscando eliminar todas as possíveis perdas.

Porém, a indústria da construção apresenta peculiaridades que dificultam a implementação de filosofias da manufatura. Algumas dessas peculiaridades são citadas por SOUZA et al (1995): a construção produz produtos únicos, com longos tempos de produção; o produto é estático e os operários são móveis; o caráter temporário das instalações da fábrica.

O Sistema *Last Planner* (LPS), proposto por Ballard (2000), é um modelo de planejamento e controle da produção para a indústria da construção que utiliza conceitos e filosofias aplicados a indústria da manufatura, buscando melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho, reduzindo a variabilidade e os diversos tipos de perdas encontrados na construção. Este sistema tem sido aplicado em diversas empresas construtoras e tem sido profundamente estudado em trabalhos desenvolvidos pelo NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação) da UFRGS, como por exemplo os de Ferreira (2010), Moura (2008), Reck (2010) e Viana (2011).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Segundo Koskela (1992), a construção civil aborda apenas um conjunto parcial de perdas e considera a qualidade um sistema de gestão separado do processo de produção, não estando diretamente interessado em uma melhoria da produção, mas muitas vezes mais interessado na imagem da empresa e em questões de marketing.

Marosszeky et al. (2002), salientam que a utilização do LPS resulta em uma maior transparência e confiabilidade no planejamento da produção, a qualidade do produto não é levada em consideração de forma explícita nesse sistema. Porém, no estudo realizado por Fireman (2012), foi observada que a não conclusão das tarefas com a qualidade desejada estava principalmente relacionada com defeitos na execução da tarefa anterior, sendo estes defeitos muitas vezes a causa raiz de outras perdas. Desta forma, segundo Righi (2009), deve existir uma restrição ao início das tarefas posteriores devido a conclusão com qualidade das tarefas predecessoras, a fim de evitar perdas.

Portanto, a integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção é de fundamental importância para a redução de perdas na indústria da construção, sendo a qualidade um dos indicadores a serem analisados na fase de controle da produção. Isto significa abandonar a abordagem em que o sistema de gestão da qualidade é apenas um meio de se obter uma certificação para uma visão de que a qualidade faz parte da atividade fim da empresa.

Neste sentido, muitas dificuldades ainda são encontradas para a plena implementação de um sistema integrado entre produção e qualidade na indústria da construção. Righi e Isatto (2011), citam a falta de sincronia entre os pacotes de trabalho e o conteúdo dos procedimentos de verificação da qualidade e o tempo excessivo gasto na conferência como dificuldades para a integração dos sistemas.

Ainda, ao se utilizar folhas de papel para a gestão da qualidade e da produção, é necessário um grande esforço quanto a organização e processamento dos dados obtidos, de forma que se gasta mais tempo em burocracia do que na execução do controle em si. Quanto a utilidade dos dados gerados, os controles em papel também são pouco eficientes, já que os dados são de difícil processamento e compartilhamento, sendo necessário que se busque fisicamente os registros para a tomada de decisões.

Portanto, a adoção de sistemas informatizados com a utilização de dispositivos móveis, como tablets e smartphones, para a coleta de dados do controle da produção e da qualidade em canteiros de obra se mostra uma alternativa efetiva, já que os dados podem ser compartilhados e processados em tempo real, eliminando lacunas de tempo e espaço entre o canteiro da obra e o escritório, dando subsídio aos gerentes e gerando bancos de dados com informações que podem ser relevantes em diferentes momentos e níveis dentro da empresa.

Mas, para que isto ocorra, é antes necessário definir critérios para a modelagem da informação de forma que seja possível representar sem ambiguidade os diversos processos desenvolvidos para a execução do empreendimento e também os diversos locais da obra (produto) em que esses processos serão executados em um ambiente computacional, ou seja, definir o modelo de dados utilizados e os processos através dos quais tais dados são coletados e processados. Rocha (2015) destaca que é primordial para o funcionamento de modelos computacionais a confiabilidade dos dados.

Para a modelagem das informações da construção, podem ser definidos, segundo Stumpf et al. (1996), dois modelos distintos: um tratando sobre o produto “edificação” e outro tratando sobre os processos envolvidos para a sua construção. Assim, propõe-se a utilização de um modelo que utiliza estes dois tipos de informação para representar os serviços executados: processo e produto. A informação do tipo processo diz respeito aos serviços a serem executados em um certo local no empreendimento, que utilizam insumos e mão de obra para a execução de certo elemento do projeto. Já a informação do tipo produto refere-se a um elemento do projeto em um certo local do canteiro ao qual será executado o referido processo. A concatenação destas duas informações é chamada de pacote de trabalho, que será o foco do desenvolvimento deste trabalho.

Este modelo será referenciado neste trabalho como modelo “processo-produto”, o qual deseja-se analisar a capacidade de representação. Porém, alguns trabalhos desenvolvidos no NORIE já fizeram uso de estruturas semelhantes, como o de Maruri (2016), que tinha como objetivo propor um método para integrar o processo de gestão de custos ao planejamento e controle da produção, associando os custos orçados aos pacotes de curto prazo da produção; Schennato (2015), que propôs uma metodologia para a integração de sistemas de planejamento e de controle em obras utilizando BIM; Villamayor (2016), que desenvolveu um modelo para a integração do PCP e da gestão da qualidade ao modelo de produto representado pelo modelo BIM; e Schmitz (2014), que propôs diretrizes para a criação de um modelo BIM possibilitando ligar os objetos do modelo 3D aos pacotes de trabalho, a fim de gerar um modelo 4D.

1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

A integração entre os sistemas de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção são apontados como uma forma de diminuir as perdas na construção, aumentando a eficiência dos processos (FIREMAN, 2012; LEÃO; ISATTO; FORMOSO, 2014; SUKSTER, 2005). Ao se integrar os dois sistemas, a qualidade passa a ser responsabilidade de todos os envolvidos na produção, eliminando a visão arcaica presente nos canteiros de obra de que as perdas são uma característica comum da construção e que é impossível eliminá-las.

O uso da tecnologia da informação no gerenciamento dos processos da empresa é um meio eficiente de se garantir a padronização, a obtenção de indicadores e a geração de informações

precisas, essenciais para a tomada de decisões gerenciais (AHSAN et al., 2007). Ainda, ao se utilizar um sistema com banco de dados centralizado, diminui-se o tempo despendido ao processamento e armazenamento dos dados coletados, e, portanto, aumenta-se o tempo disponível do corpo técnico da empresa em tarefas que contribuam de forma mais eficiente na produção.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

Os itens a seguir descrevem as diretrizes para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: até que ponto o modelo processo-produto é capaz de expressar (representar) todos os tipos de pacotes de trabalho existentes na obra de forma a garantir as exigências do sistema de Planejamento e Controle da Produção e do Sistema de Gestão da Qualidade?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa descritos a seguir estão classificados em principal e secundários.

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é avaliar a eficácia do modelo processo-produto no sentido de representar todos os pacotes de trabalho possíveis a serem executados no empreendimento estudado, de forma a apoiar a elaboração de aplicativos computacionais visando o controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) desenvolver uma modelagem de dados aplicando o modelo processo-produto;
- b) avaliar a metodologia desenvolvida quanto as exigências do sistema de planejamento e controle da produção e do sistema de gestão da qualidade;
- c) avaliar a aplicabilidade da modelagem de dados desenvolvida.

2.3 PROPOSIÇÃO

O trabalho tem como proposição que o modelo processo-produto é capaz de representar as informações da construção necessárias para os sistemas de Planejamento e Controle da Produção e o Sistema de Gestão da Qualidade, tornando viáveis ferramentas de computação que, por sua vez, fariam com que a integração entre os sistemas de planejamento e controle da produção e o sistema de gestão da qualidade seja plenamente atingida.

2.4 DELIMITAÇÕES

Este trabalho delimita-se a desenvolver uma estrutura de processo e de produto visando a integração através de meios computacionais de sistemas de planejamento e controle da produção baseados no Sistema *Last Planner* na empresa de estudo.

Este trabalho não objetiva desenvolver uma classificação única, porém visa estabelecer diretrizes para que as empresas desenvolvam seus sistemas de classificação utilizando o modelo Processo-Produto.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se a análise de um empreendimento de médio padrão, constituído de quatro torres residenciais e áreas comuns, localizado em Canoas - RS, desenvolvido por uma incorporadora com sede em Porto Alegre, a qual possui um Sistema de Gestão da Qualidade certificado e um sistema de Planejamento e Controle da Produção baseado no Sistema *Last Planner*.

3 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO E MODELOS DE PROCESSO E PRODUTO

Os sistemas de classificação da informação na construção têm como objetivo a organização e a padronização dos termos utilizados para a descrição de todos os objetos do universo do ambiente construído. Com o aumento do uso de tecnologias da informação na construção, se tornou evidente a necessidade de estabelecer uma terminologia sólida e abrangente, de forma a possibilitar a interoperabilidade e integração entre os sistemas (AMORIM; PEIXOTO, 2006).

Neste capítulo, serão descritos os sistemas de classificação da informação existentes, seus contextos e inter-relações, bem como suas características. Ao final, será feita uma análise sobre os modelos de produto e processo.

3.1 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Segundo Tristão et al. (2004), “Classificação significa a ação e o efeito de classificar, e classificar significa ordenar e dispor em classes.”. Assim, uma classe consiste de um número de elementos quaisquer que possuem alguma característica comum pela qual se distinguem de outros elementos e, ao mesmo tempo, constitui sua própria unidade. A determinação e a seleção das classes que compõem um sistema de classificação estão diretamente relacionadas com as necessidades de utilização do esquema proposto.

Assim, a classificação é definida como um “conjunto de conceitos organizados sistematicamente de acordo com os critérios ou características escolhidas” (TRISTÃO et al. 2004) . O mesmo autor destaca algumas definições extraídas da norma ISO TR 14177/94 – Classificação da informação na indústria da construção:

a) *classes de classificação*: unidade de alto nível dentro de uma classificação expressando um conceito principal;

b) *definição de classe*: formulação das características essenciais de uma classe de classificação que desenha uma clara fronteira entre ela e outras classes de classificação;

- c) *tabela de classificação*: apresentação estruturada de itens de classificação de uma classe de classificação;
- d) *item de classificação*: único conceito definido, unicamente dentro de uma classe de classificação;
- e) *termo de classificação*: designação de uma classe de classificação ou item de classificação por meio de uma expressão lingüística;
- f) *notação*: um identificador alfanumérico. Trata-se de um sistema de códigos expressando o arranjo de uma classificação.

A seguir, serão descritos os dois principais tipos de sistemas de classificação que contribuem para o presente trabalho.

3.1.1 Classificações enumerativas

As classificações enumerativas, também chamadas de decimais, são caracterizadas por uma sucessiva subdivisão hierarquizada de uma classe em subgrupos cada vez menores, de forma que cada classe pertença a um subgrupo de um grupo maior, que faça parte de um grupo maior, e assim por diante, até que se atinja um nível de partição que seja conveniente para o fim desejado. Esse tipo de classificação possui limitações quanto a inserção de novos termos, já que a ordem predefinida para os termos de cada classe apenas permite a introdução de novos termos de forma sequencial (TRISTÃO et al. 2004).

3.1.2 Classificações facetadas

Nas classificações do tipo facetadas cada objeto é representado sob múltiplas perspectivas, que são chamadas de facetas, formando um conjunto exaustivo de propriedades semelhantes. As propriedades que determinam as classes em uma determinada área do conhecimento podem ser ordenadas por uma crescente especificação do geral para o particular. Segundo Amorim et al. (2006):

“Propriedades de um patamar superior são gerais, e propriedades de patamares inferiores são específicas. Em outras palavras, um objeto que esteja em um patamar abaixo de outro guarda propriedades comuns com o superior, mas mantém outras características específicas. Pode-se dizer que ele “herda” algumas de suas propriedades, sem prejuízo de sua caracterização. Por exemplo, um integrante da classe “espaços” sempre terá entre as suas propriedades as suas “dimensões”, tais como altura, largura, etc.”

Tristão et al. (2004) diz que a classificação facetada analisa o assunto o fragmentando em suas partes constituintes, decompondo elementos mais complexos em conceitos simples (facetas), sintetizando e examinando cada uma dessas partes, e posteriormente unindo-as de acordo com as características do documento a ser descrito.

3.1.3 Normas ISO

A primeira publicação da ISO a respeito da classificação da informação para a construção foi o ISO/TR-14177, tendo como objetivo fornecer diretrizes para a melhoria do fluxo de informações em todo o processo construtivo, assim como estabelecer um método para a organização da informação. Posteriormente, utilizando como base o referido relatório técnico, foi publicada a norma ISO 12006-2, que incorporou os conceitos da ciência da informação, sendo assim mais adaptadas aos sistemas informatizados e as linguagens com orientação a objeto.

Nesta norma, é proposta uma organização global contendo quatro classes: resultado da construção, processo da construção, recurso da construção e propriedades de produtos e materiais (PEREIRA, 2013)

3.1.4 Omniclass

Durante o ciclo de vida de uma edificação, desde sua concepção até sua demolição, são gerados uma enorme quantidade de dados que necessitam ser armazenados, analisados, compartilhados e utilizados por todos os envolvidos para a tomada de decisões seja para a concepção, construção ou manutenção da edificação. Com o advento de tecnologias da informação, como o “Building Information Modeling” (BIM), estes dados ganharam importância conforme a obtenção, acesso e o compartilhamento dessas informações tornaram-se mais prático.

Estas tecnologias e outras práticas da construção não aumentaram apenas a quantidade e o nível de detalhe das informações, mas também as expectativas quanto ao seu uso e valor. Segundo a OmniClass (2006), a criação do sistema de classificação OmniClass é justificada como segue:

“O aumento na quantidade e nos tipos de informações geradas, e a subsequente dependência disto pela indústria da construção, demandam um padrão organizacional

que possa representar todo o escopo das informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Estes padrões organizacionais irão aumentar a confiabilidade das informações compartilhadas entre as partes envolvidas separadas por milhas, países ou continentes.”

Este sistema é derivado de outros sistemas de padronização com aceitação internacional como o MasterFormat, o Unifomat, o EPIC (*Electronic Product Information Cooperation*) e tabelas ASTM, incorporando vários aspectos destes sistemas. No OmniClass, a informação é organizada utilizando quinze tabelas, sendo necessária para a efetiva classificação, segregar a informação em um conjunto de tabelas coordenadas. A seguir, são apresentadas a definição e alguns exemplos de cinco das quinze tabelas do sistema de classificação OmniClass:

Quadro 1- Tabelas OmniClass

Tabela 13 – espaços por função	Definição: os espaços por função são unidades básicas do ambiente construído delimitadas por limites físicos ou abstratos e caracterizados por função. Exemplos: cozinha, shaft de ventilação, escritório, autoestrada, etc.
Tabela 14 – espaços por forma	Definição: espaços por forma são unidades básicas do ambiente construído delimitadas por limites físicos ou abstratos e caracterizadas por forma física. Exemplos: quarto, pátio, servidão, quadra da cidade, etc.
Tabela 21 – elementos	Definição: um elemento é um componente principal, montagem ou "peça de entidade de construção que, em si ou em combinação com outras partes, cumpre uma função predominante da entidade de construção" (ISO 12006-2). As funções de domínio incluem, mas não estão limitadas a, suporte, encerramento, manutenção e equipamento de uma instalação. As descrições funcionais também podem incluir um processo ou uma atividade. Exemplos: paredes exteriores, escadaria, telhado, móveis, etc.
Tabela 22 – resultados do trabalho	Definição: resultados do trabalho são os resultados da construção alcançados no estágio ou fase de produção ou por processos subsequentes de alteração, manutenção, ou demolição e identificados por um ou mais dos seguintes: a habilidade ou o comércio em particular; os recursos de construção utilizados; a parte da entidade de construção que resulta; o trabalho temporário ou outro preparatório ou conclusão do trabalho, que é o resultado. Exemplos: concreto moldado in-loco, estrutura de aço estrutural, carpintaria de acabamento, azulejos cerâmicos, impermeabilização, etc.
Tabela 23 – produtos	Definição: os produtos são componentes ou montagens de componentes para incorporação permanente em entidades de construção. Exemplos: concreto, tijolo, porta, janela, caldeiras de ferro fundido, tintas texturizadas, etc.

(fonte: OMNICLASS, 2006)

Schenatto (2015) utilizou como base para o desenvolvimento de seu trabalho o mesmo padrão de classificação utilizado no sistema OmniClass, com o objetivo de definir uma “metodologia de organização e estruturação de modelos de informação da construção para que o processo BIM possa ser integrado eficientemente na operação de sistemas de planejamento e controle de obras” (SCHENATTO, 2015). Sua metodologia se mostrou eficaz para extrair os pacotes de trabalho a partir de modelos tridimensionais em programas BIM.

3.2 MODELOS DE PROCESSO E PRODUTO

Segundo Stumpf et al. (1996), um modelo de produto é uma estrutura conceitual utilizada para organizar e compartilhar as informações sobre o produto “edificação” entre os participantes do projeto. Já um modelo de processo representa as etapas do ciclo de vida do empreendimento, desde o projeto, construção e operação

Entre as informações do produto, podem ser citados os projetos, as especificações dos materiais, os componentes e os quantitativos. Essas informações dizem respeito apenas ao produto “edificação”, não levando em conta as etapas e meios necessários para sua execução. Por outro lado, um modelo de processo é uma estrutura de elementos identificáveis e mensuráveis (etapas, atividades, procedimentos) que criam uma hierarquia de processos e determinam como o processo será executado.

Tanto o modelo de processo como o de produto podem ter diferentes tipos de representações. Usualmente, o modelo de produto pode ser representado em 3D ou em uma lista hierárquica de elementos. Já o modelo de processo pode ser representado em uma estrutura de árvore, uma lista ou em forma de gráfico de Gantt (REINHARDT; JR.; AKINCI, 2005).

Com os avanços do *Building Information Modeling* (BIM), aumentaram a quantidade e o detalhe dos dados gerados e trocados. Esse aumento, juntamente com as expectativas de valor sobre seu uso como um bem, exige um padrão organizacional que atenda as necessidades de comunicação de dados durante todo o ciclo de vida da edificação. Com este objetivo foi criado o sistema Omniclass, que é utilizado como base para a classificação da informação em softwares BIM.

Embora os modelos de processo e produto tenham origem na perspectiva de projeto e planejamento dos empreendimentos, esses modelos são também úteis na fase de construção e operação (REINHARDT; JR.; AKINCI, 2005). Esses modelos fornecem uma estrutura da informação adequada para a implementação de sistemas computacionais para a indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) (STUMPF et al., 1996).

Os Modelos Navegacionais propostos por Reinhardt et al. (2004) se baseiam no fato de que os modelos de processo e produto contém uma grande quantidade de informação, tornando a navegação entre as estruturas difícil (REINHARDT; AKINCI; JR., 2004). Essa dificuldade é ainda maior quando se utiliza esse tipo de modelo para realizar coletas de dados dentro do canteiro de obras utilizando ferramentas computacionais móveis, que possuem formas de entrada de dados limitadas (REINHARDT; AKINCI; JR., 2004).

Neste sentido, os Modelos Navegacionais tem a capacidade de estruturar as entidades dos modelos de processo e produto de forma dinâmica e flexível, estruturando e organizando as informações necessárias para certas tarefas específicas, reduzindo assim a necessidade de navegação dentro das estruturas dos modelos (REINHARDT; AKINCI; JR., 2004). Dessa forma, os supervisores podem acessar, selecionar e alterar grandes quantidades de dados de forma mais eficiente, dando maior viabilidade a coleta de dados utilizando tecnologia móvel no canteiro (REINHARDT; AKINCI; JR., 2004).

Os sistemas de classificação da informação da construção existentes possuem tabelas capazes de classificar as informações descritas no modelo de produto, como por exemplo as tabelas 13 e 14 do sistema OmniClass, que definem uma estrutura de classificação para os espaços da construção segundo sua função e forma, respectivamente, ou a tabela 21, que classifica os elementos construtivos. Já para o modelo de processos, poderia ser utilizada a tabela 22, que define uma classificação para os resultados de trabalho. A eficácia destes sistemas para a solução da problemática apresentada neste trabalho será avaliada em capítulo subsequente.

4 CONTROLE INTEGRADO DA QUALIDADE E DA PRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o conceito de qualidade, sua importância na gestão das empresas, e sua aplicação na indústria da construção. Também será apresentado o conceito de planejamento e controle da produção, sua importância e aplicação na construção civil, bem como os métodos aplicados atualmente. Por fim, será feita uma análise quanto a integração destes dois conceitos, apresentando os trabalhos em que o tema foi tratado.

4.1 QUALIDADE

Este capítulo tem como objetivo definir o conceito de qualidade, mostrar sua importância no posicionamento estratégico das empresas, contextualizar a sua aplicação na indústria da construção civil e demonstrar as dificuldades a serem superadas para a evolução do sistema.

4.1.1 Definição

O conceito de qualidade sempre evoluiu ligado ao crescimento da indústria, podendo ser dividido em diferentes etapas (SOUZA, 1995). A etapa da *Inspeção*, onde o objetivo principal era a conformidade do produto através de uma inspeção final, feita por um inspetor; a etapa do *Controle Estatístico da Qualidade*, onde passou a ser utilizado controle estatístico nos processos e amostragem para a inspeção final; a etapa de *Garantia da Qualidade*, quando a qualidade passou a ser responsabilidade não apenas da produção mas de todo o processo, desde o projeto até o mercado; e a *Qualidade Total* que passou a considerar a qualidade como uma oportunidade de concorrência, com o objetivo de atender as necessidades tanto do mercado quanto do consumidor, dando ênfase tanto para os clientes internos quanto aos externos e envolvendo todas as áreas das organizações (GARVIN, 1992).

Armand Feigenbaum, no livro *Total Quality Control (1951)*, definiu Qualidade Total como “um sistema eficaz para integração dos esforços dos diversos grupos em uma organização, no desenvolvimento da qualidade, na manutenção e na melhoria contínua da qualidade” (FEIGENBAUM, 1951 apud CARVALHO, 2005). Neste sistema, devem existir estruturas e

procedimentos tanto técnicos como gerenciais em todas as áreas da empresa, devidamente documentados, que norteiem os processos das organizações a atingir a satisfação do cliente (FEIGENBAUM, 1951 apud CARVALHO 2005).

4.1.2 Gestão da Qualidade

Segundo Corrêa² (2003 apud Sukster, 2005), a partir dos anos 80, as empresas ocidentais passaram a perceber que a qualidade seria condição de permanência e não mais de vantagem competitiva, evidenciando a necessidade de se tratar a qualidade a nível estratégico, e não apenas em pontos específicos dentro da produção.

Para Oliveira (2004), a qualidade deve ser definida da seguinte forma:

“A qualidade, na gestão estratégica, é definida em relação aos concorrentes e não a padrões fixos e internos. São os clientes e não os departamentos internos que determinam se um produto é aceitável ou não. Assim, a preocupação com as especificações passou a ser secundária e só pode ser tratada após cuidadosa identificação das necessidades dos usuários. E se assim não fosse, a excelência do controle de processo teria pouca vantagem, pois ficaria facilmente desviada do seu real foco: a satisfação do cliente.”

Oliveira (2004) ainda salienta que para se produzir produtos e serviços com qualidade se faz necessário o desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade, para que se garanta o comprometimento de todos com o objetivo de conquistar a excelência em produtos e processos da empresa, possibilitando seu aprimoramento contínuo.

A partir da definição de qualidade estabelecida na norma ISO 9000, pode-se definir a gestão da qualidade e suas implicações para a organização operacional. A Figura 1 ilustra esta relação.

Ambrozewicz³ (2001 apud Sukster, 2005), diz que a série de normas NBR ISO 9000 busca padronizar os requisitos básicos a serem considerados para que uma organização possa ter um sistema de gestão da qualidade, podendo ser implementado com sucesso em quase todos os tipos de empresas.

²CORRÊA, H. L. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Atlas, 2003.

³AMBROZEWICZ, P. H. L. **Gestão da qualidade na construção pública: a qualidade na execução de obras públicas**. Curitiba: SENAI/PR, 2001.

Figura 1 - Qualidade, Gestão da Qualidade e elementos que a compõem.



(fonte: adaptado de CARVALHO, 2005)

Segundo a NBR ISO 9000:2000, para conduzir e operar com sucesso uma organização, é necessário dirigi-la e controlá-la com transparência e de forma sistemática. Foram identificados oito princípios de gestão da qualidade que formam a base da família de normas ISO 9000:

- a) foco no cliente: é recomendável que as organizações atendam às necessidades e requisitos atuais e futuros dos clientes, e procurem exceder as suas expectativas;
- b) liderança: o líder é quem estabelece o rumo da organização. Convém que ele crie e mantenha um ambiente interno que haja um total envolvimento das pessoas com os propósitos da organização;
- c) envolvimento de pessoas: as pessoas são a essência de uma organização. Seu envolvimento é essencial para que suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização;
- d) abordagem de processo: um resultado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e recursos são gerenciados como processos;
- e) abordagem sistêmica para a gestão: identificar, entender e gerenciar os processos inter-relacionados como um sistema contribui para a eficiência e eficácia da organização para atingir seus objetivos;
- f) melhoria contínua: convém que a melhoria contínua do desempenho da organização seja um objetivo permanente;
- g) abordagem factual para a tomada de decisões: decisões devem ser tomadas baseadas na análise de dados e informações;

- h) benefícios mútuos nas relações com os fornecedores: os fornecedores dependem da empresa assim como a empresa depende dos fornecedores, então uma relação benéfica para ambos aumenta a capacidade de agregar valor mutuamente.

Portanto, segundo Marshall Junior et al. (2010), a normalização através da família de normas ISO 9000 é uma atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas a utilização comum e repetitiva, com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem em um dado contexto. Marshall Junior et al (2010) ainda destacam cinco objetivos da normalização:

- a) economia: redução da crescente variedade de produtos e procedimentos;
- b) comunicação: proporcionar meios eficientes de troca de informações entre fabricante e cliente, melhorando a confiabilidade nas relações;
- c) segurança: proteger a vida e a saúde;
- d) proteção do consumidor: prover meios eficazes para aferir a qualidade dos bens e serviços;
- e) eliminação de barreiras técnicas e comerciais: evitar a existência de regulamentos conflitantes sobre bens e serviços em diferentes mercados, facilitando o intercâmbio comercial.

Segundo Cardoso⁴ (2003 apud SUKSTER, 2005), a implementação de um sistema de gestão da qualidade pode ser feita por escolha estratégica da empresa ou resultado de pressões externas de clientes e fornecedores. Uma escolha proativa pode trazer uma melhora na organização da empresa e um gerenciamento mais eficiente.

Para se produzir qualidade se faz necessário um conjunto de ações planejadas sistematicamente de forma que se garanta a conformidade com os requisitos. Segundo Arditi e Gunaydin⁵ (1997 apud LEÃO, 2014), essas ações são o estabelecimento de políticas, procedimentos, padrões, e diretrizes relacionadas ao projeto. Ainda, segundo os mesmos autores, os procedimentos específicos envolvidos no processo de garantia da qualidade chamam-se controle da qualidade.

⁴ CARDOSO, F. F. **Quality Management System Certification in small AEC Organizations: a Strategic Choice or an obligation to Meet Customers Requirements?** In: CIB W99, 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC USP, 2003. CD-ROM.

⁵ARDITI, D.; GUNAYDIN, H. M. **Total quality management in the construction process.** International Journal of Project Management, v. 15, n. 4, p. 235–243, ago. 1997.

Nestes procedimentos estão incluídos o planejamento, a coordenação, o desenvolvimento, a verificação, a revisão e a programação do trabalho.

Segundo Picchi e Agopyan (1993), o primeiro passo para a implementação de um sistema da qualidade é a formalização da Política da Qualidade, definindo o conceito de qualidade adotado pela empresa e seus objetivos. Ainda, os mesmos autores salientam que a empresa deve estabelecer uma organização para a qualidade de forma que suas funções não sejam executadas apenas pelo Departamento da Qualidade, mas sim serem exercidas, o mais possível, pelos departamentos de linha.

Sobre os documentos necessários para a Gestão da Qualidade, Picchi e Agopyan (1993) destacam:

“A documentação do Sistema é fundamental para a definição de procedimentos e compreensão de papéis por todos os funcionários. A definição de políticas e descrição geral do Sistema é feita em um Manual da Qualidade; cada obra deve possuir um Plano da Qualidade, estabelecendo a organização, planos de controle, procedimentos de execução, e listas de verificação específicos dessa obra. A base da documentação é um Sistema de normas da empresa, abrangendo procedimentos administrativos, técnicos e de controle da qualidade; [...] A elaboração e distribuição de toda essa documentação deve ser controlada, de forma a garantir que estejam nos locais em que se faça necessária, na versão mais atual.”

Picchi e Agopyan (1993) destacam que os serviços da obra devem ser controlados através de listas de verificação que estabeleçam o que deve ser avaliado e suas respectivas tolerâncias. Portanto, antes da realização de cada serviço, a empresa deve dispor de um procedimento de execução que descreva detalhadamente como o mesmo deverá ser realizado, assim como devem ser verificados a disponibilidade de todos os recursos para o bom andamento do serviço.

4.1.3 Qualidade na Construção Civil

Os conceitos e metodologias desenvolvidos na indústria da manufatura, apesar de muitos esforços, tem se mostrado difíceis de serem aplicados no contexto da construção civil. Os conceitos de Qualidade Total ainda não foram plenamente aplicados, mesmo já sendo bem consolidados em outras indústrias. Estas dificuldades ocorrem devido a características específicas da construção, que precisam de uma adaptação especial além das consagradas técnicas dos modelos industriais (SOUZA et al, 1995).

Algumas dessas peculiaridades são descritas a seguir (SOUZA et al, 1995):

- a) A construção é uma indústria de caráter nômade;
- b) Cria produtos únicos, com longos tempos de produção;
- c) A produção é centralizada, onde o produto é fixo e os operários são móveis;
- d) Indústria muito tradicional, resistente a alterações;
- e) Utiliza mão de obra intensiva e de pouca qualificação, com baixas possibilidades de promoção;
- f) O produto é único na vida do usuário;
- g) As especificações são complexas e nem sempre completas;
- h) As responsabilidades são dispersas e pouco definidas;
- i) Os erros tolerados são muito mais altos do que em outras indústrias.

Souza (1997) destaca também que a cadeia produtiva da construção civil é muito complexa e heterogênea, contando com uma grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção. A Figura 2 ilustra as interrelações entre fornecedores e clientes internos das empresas de construção.

Segundo Souza (1997), a qualidade da obra como um todo é resultante da qualidade na execução de cada serviço. A verificação dos serviços em execução evita desvios e garante o andamento normal da obra, sem problemas que possam repercutir nas etapas posteriores. Ainda, esse mesmo autor salienta que a certificação de empresas construtoras segundo a norma ISO 9000 traz uma série de benefícios:

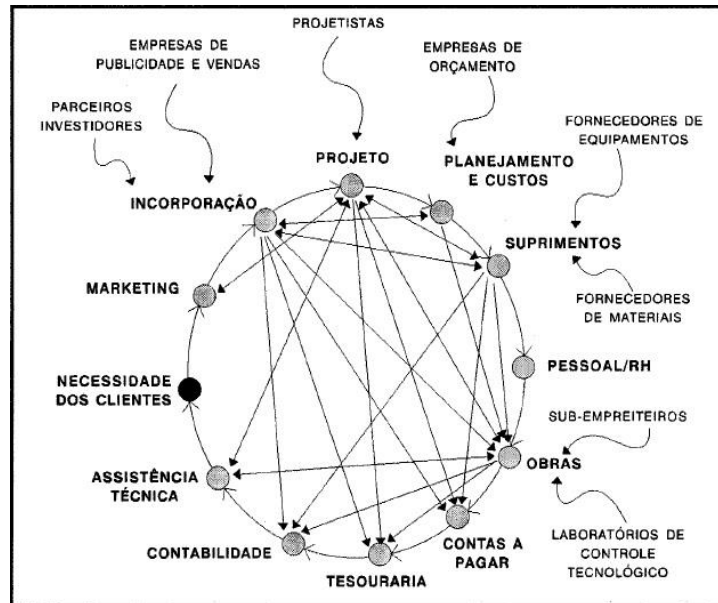
- a) Ganhos de qualidade em todos os processos;
- b) Redução de custos;
- c) Padronização dos processos empresariais;
- d) Integração da cadeia de fornecedores e clientes internos;
- e) Informatização da empresa;
- f) Maior comprometimento e motivação dos colaboradores internos da empresa.

Porém, existem estudos divergentes em relação aos benefícios citados por Souza (1997). Segundo Santos e Melhado⁶ (2003 apud SUKSTER 2005), em um estudo realizado em

⁶ SANTOS, L. A. dos; MELHADO, S. B. **Diretrizes para elaboração de PQE**. III Simpósio

empresas construtoras, o sistema de gestão da qualidade era compreendido apenas como uma tarefa fiscalizadora, rotineira e burocrática para a realização das atividades. Foi observado que mesmo que fossem seguidas todas as recomendações constantes no sistema da qualidade, isso não foi o suficiente para garantir a qualidade adequada ao empreendimento.

Figura 2 - Relações entre fornecedores e clientes internos de uma empresa



(fonte: SOUZA, 1997)

Em outro estudo realizado por Ohashi e Melhado (2004), foi verificado que as empresas tiveram problemas e dificuldades em relação à medição de processos e produtos, dificuldade na coleta de dados, resistência dos engenheiros devida a sobrecarga de trabalho, entre outras, fazendo com que ficassem distantes dos benefícios esperados em seus produtos e processos.

Segundo Marosszky e Thomas (2002), a quantidade de documentos e papéis e a exaustiva administração associada com esse sistema raramente levam a uma melhoria na qualidade. Estes autores ainda consideram que a implementação da ISO 9000 em muitos países resultou em um modelo de gerenciamento que tende a ser abstrato, burocrático e sem suficiente relevância no atual processo construtivo.

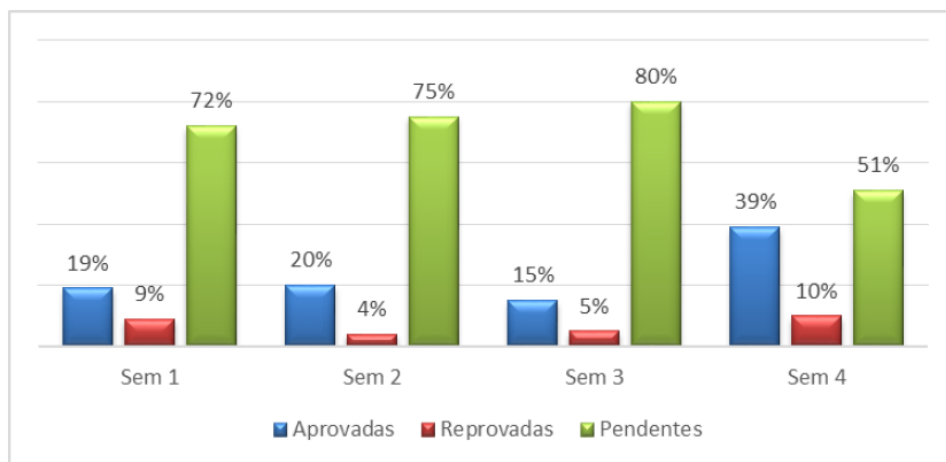
Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, UFSCar, 2003.

Modelagem da Informação Visando o Planejamento e Controle Integrado da Produção e da Qualidade em Empreendimentos de Edificações.

Marosszeczy e Thomas (2002) salientam que mesmo em canteiros de obra que possuem sistema da qualidade implementado, as verificações costumam ser realizadas muito tempo depois da execução dos serviços. Assim, quando os serviços são verificados, os operários envolvidos na execução já foram para outras áreas do canteiro ou até mesmo para outras obras, fazendo com que seja difícil executar reparos. Muitas vezes, é necessário a programação de um segundo operário para que os problemas sejam sanados, gerando custos não previstos no orçamento. Estes mesmos autores salientam que o controle da qualidade deve ser realizado no menor tempo possível após a execução do trabalho, identificando os problemas de qualidade e agindo de forma a limitar sua ocorrência.

Rocha (2015) apresenta uma análise quantitativa da situação dos pacotes de serviços em quatro semanas consecutivas de aplicação do seu trabalho. Pode-se afirmar que entre 51% e 80% dos pacotes de trabalho não foram analisados quanto a sua qualidade na mesma semana em que foram executados, deixando esta tarefa para uma semana posterior. Por consequência disso, a cada semana que se passava, acumulava-se mais pacotes com a conferência da qualidade pendente, tornando-se cada vez mais difícil concluí-las.

Figura 3 - Situação dos pacotes de conferência na semana



(fonte: ROCHA, 2015)

4.1.4 Qualidade e o modelo Processo-Produto

Os conceitos de Qualidade Total desenvolvidos por Feigenbaum em 1951 tem como base a padronização das rotinas da empresa, de forma a propiciar o desenvolvimento contínuo através do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Segundo Campos (1992), a padronização é “a mais fundamental das ferramentas gerenciais”. Portanto, padronizar as rotinas da empresa é de fundamental importância para se obter melhorias de produtividade e competitividade (CAMPOS, 1992).

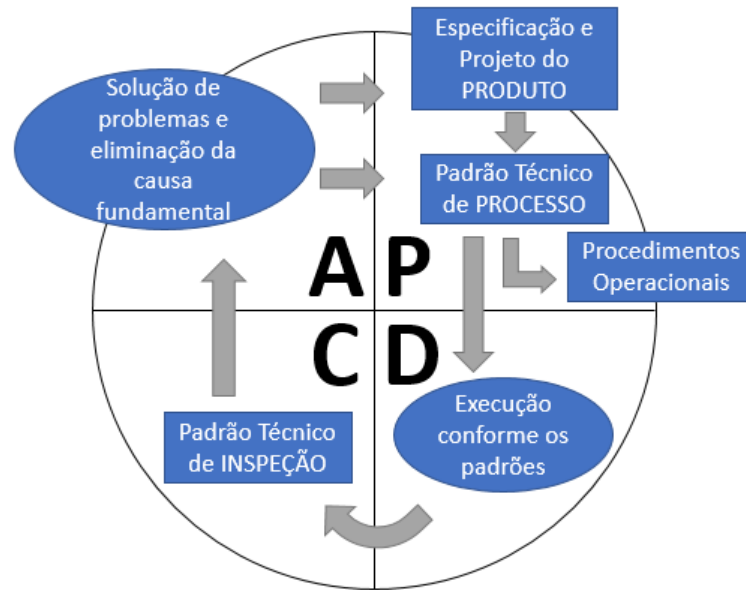
Segundo Campos (1992), as atividades da empresa são descritas por dois tipos básicos de padrões: os padrões de sistema e os padrões técnicos. Os padrões de sistema são relacionados a níveis mais altos da gestão da qualidade, pois descrevem os procedimentos gerenciais da empresa, enquanto os padrões técnicos são relacionados direta ou indiretamente a um produto ou serviço. Alguns exemplos de especificações técnicas podem ser a dimensão e o acabamento superficial de um produto, ou ainda as condições de fabricação, como temperatura e pressão. Tais especificações tem como objetivo a simplificação e clareza por representarem o meio de comunicação e a transferência de tecnologia das áreas técnicas até os operadores (CAMPOS, 1992).

Ainda, segundo Campos (1992), os padrões técnicos podem ser divididos em três tipos: os *padrões de qualidade*, os quais fazem parte as especificações do produto, de seus componentes e dos materiais; os *padrões de inspeção*, que dizem respeito aos padrões de inspeção do produto, do processo e das matérias-primas; e os *padrões de operação*, definidos pelo padrão técnico de processo e os procedimentos operacionais. A Figura 4 apresenta o fluxograma do ciclo PDCA e o papel dos padrões técnicos para a melhoria contínua.

O ciclo se inicia a partir da especificação e projeto do produto, que é feito com base nas necessidades dos clientes. A partir disso, são definidos os padrões técnicos de processos que por sua vez são desdobrados em procedimentos operacionais, os quais tem por objetivo especificar como serão atingidas as especificações do produto. Na etapa de produção (D), é essencial que se garanta a conformidade com os padrões estabelecidos, para que se possibilite o controle sobre a produção. Essa garantia se dá através da inspeção não apenas das especificações do produto, mas também dos processos de produção, para que todos os objetivos

da qualidade sejam avaliados. Assim, percebe-se que tais informações podem estar contidas nos modelos de processo e produto, de forma que todas as informações estejam disponíveis nos diferentes níveis da empresa. Esta integração da informação é o que garante que o ciclo seja completo e, portanto, seja estabelecido um controle sobre a qualidade.

Figura 4 - Controle integrado da qualidade e os padrões



(fonte: adaptado de Campos (1992))

4.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Os sistemas de planejamento e controle da produção evoluíram como um resultado da ciência da administração, com os primeiros estudiosos dos processos que envolviam a produção em massa de bens, na primeira metade do século XX (LUSTOSA et al, 2008). Com as mudanças causadas pela consolidação do capitalismo, a globalização vem forçando as empresas a pensarem em suas estratégias e métodos de forma muito mais acentuada, sob a pena de não conseguirem se manter no mercado devido à alta concorrência (TUBINO, 2006).

Neste contexto, as empresas que não se adaptarem as novas exigências do mercado e não tornarem a melhoria contínua de seus processos de produção como uma regra de sobrevivência, dificilmente conseguirão se manter competitivas (TUBINO, 2006). Porém, o avanço das tecnologias e da ciência propiciou grande avanço nos objetivos de desempenho da produção,

quais sejam a qualidade, a confiabilidade, a velocidade, a flexibilidade e os custos (LUSTOSA et al, 2008).

Ainda segundo aquele autor, as empresas devem adaptar-se a melhoria contínua da produtividade, criando sistemas flexíveis, com rapidez de projeto e desenvolvimento de novos produtos, com sustentabilidade, além de lead time e estoques reduzidos com o objetivo de atender as necessidades dos clientes (LUSTOSA et al, 2008).

4.2.1 Definição de Planejamento

Segundo Formoso (1991), planejamento é definido como “o processo de tomada de decisão que envolve o estabelecimento de metas e dos procedimentos necessários para atingi-las, sendo efetivo quando seguido de um controle”. Em conformidade com este autor, Ballard e Howell (1998), afirmam que o planejamento produz metas que possibilitam o gerenciamento dos processos produtivos, sendo o controle responsável por garantir o cumprimento dessas metas e avaliar a sua conformidade com o planejamento, gerando informações para a preparação de planos futuros.

Segundo Laufer (1990), vários são os motivos para a execução de um planejamento:

- a) Facilitar a compreensão dos objetivos do empreendimento, aumentando assim a probabilidade de atendê-los;
- b) Definir todos os trabalhos exigidos para habilitar cada participante do empreendimento a identificar e planejar a sua parcela de trabalho;
- c) Desenvolver uma referência básica para processos de orçamento e programação;
- d) Disponibilizar uma melhor coordenação e integração vertical e horizontal (multifuncional), além de produzir informações para a tomada de decisão mais consistente;
- e) Evitar decisões errôneas para projetos futuros, através da análise do impacto das decisões atuais;
- f) Melhorar o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;
- g) Aumentar a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- h) Fornecer padrões para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento;

- i) Explorar a experiência acumulada da gerência obtida com os empreendimentos executados, em um processo de aprendizado sistemático.

4.2.2 Dimensões de Planejamento

Laufer e Tucker (1987) salientam que o processo de planejamento e controle da produção possui duas dimensões básicas: horizontal e vertical. A dimensão horizontal, que se refere as etapas em que o processo de planejamento e controle é realizado, e a dimensão vertical, que se refere a como esse processo se relaciona com os outros níveis de planejamento da empresa.

4.2.2.1 Dimensão Horizontal

As cinco etapas que envolvem o ciclo de planejamento na dimensão horizontal estão representadas na Figura 5.

Figura 5 - Etapas dimensão horizontal



(fonte: adaptado de Laufer e Tucker (1987))

Esta dimensão possui caráter cíclico, onde as etapas de “coleta de informações”, “preparação dos planos”, “difusão da informação” e “ação” ocorrem de forma contínua durante todo o tempo de produção. Já as etapas de “planejamento do processo de planejamento” e “avaliação do processo de planejamento” ocorrem de forma intermitente, no início e no fim de um ciclo de produção.

O ciclo se inicia na etapa de Preparação do Planejamento. Nesta etapa, que deve ocorrer antes do início da produção, são definidos o horizonte e o nível de detalhes do planejamento, a

frequência do ciclo e o grau de controle do plano (LAUFER; TUCKER, 1987). Estas decisões são relativas as técnicas empregadas para o planejamento, seu grau de detalhamento e a sua forma de utilização.

Na segunda etapa (Coleta de Informações), busca-se os subsídios necessários para a realização do planejamento. Projetos, plantas de situação da área de produção, disponibilidade de mão de obra, custos dos sistemas, especificação de equipamentos necessários e metas estabelecidas pelos níveis superiores de planejamento são exemplos de informações utilizadas nesta etapa (LAUFER; TUCKER, 1987).

A etapa de Preparação dos Planos pode ser desenvolvida através de vários métodos, como o CPM (*critical path method* – método do caminho crítico) ou a linha de balanço. Quaisquer que sejam as técnicas utilizadas para a criação dos planos, elas devem ser hierarquizadas através de níveis de planejamento, já que cada nível possui uma função específica no processo de planejamento (BALLARD; HOWELL, 1996).

A etapa de difusão da informação diz respeito a como o planejamento atinge os agentes envolvidos na produção. A informação deve ser preparada de acordo com as necessidades das pessoas que irão utiliza-las. Assim, em níveis operacionais, podem ocorrer detalhamentos dos planos desenvolvidos em níveis táticos, de forma a garantir a compreensão dos envolvidos (LAUFER; TUCKER, 1987).

Na etapa de ação podem ocorrer diversas situações não consideradas nas etapas de planejamento devido as incertezas intrínsecas ao ambiente de produção. Devido a isso, nesta etapa deve ocorrer o monitoramento e controle contínuo das operações, de forma que não ocorram desvios nas metas produzidas nas etapas anteriores (LAUFER; TUCKER, 1987).

Por fim, na etapa de Avaliação do Processo de Planejamento, deve-se fazer a análise das decisões tomadas durante a concepção do modelo de planejamento empregado, avaliando através de indicadores se as decisões colaboraram ou não para o alcance das metas estabelecidas. É importante garantir que as ações tomadas no plano que tiveram resultado positivo no seu desempenho sejam continuamente implementadas e desenvolvidas no âmbito que se referem, de forma a garantir a melhoria contínua (LAUFER; TUCKER, 1987).

4.2.2.2 Dimensão Vertical

Segundo Formoso (1991), o gerenciamento da construção é feito por várias pessoas, em diferentes níveis de detalhamento. Os diferentes níveis de planejamento dos projetos definem a dimensão vertical do processo de planejamento.

Neale e Neale⁷ (1989 apud FORMOSO, 1991), dividem o planejamento em três níveis verticais:

- a) Estratégico: refere-se à definição do empreendimento e seus objetivos, estabelecendo alguns parâmetros e estratégias;
- b) Tático: refere-se à obtenção dos recursos necessários para se alcançar os objetivos;
- c) Operacional: refere-se ao detalhamento dos processos para atingir os objetivos do empreendimento, os recursos a serem utilizados e o momento da execução.

Cada nível de planejamento requer diferentes graus de detalhes, devendo os planos serem elaborados através de ferramentas que garantam a consistência entre os diferentes níveis hierárquicos da empresa (HOPP e SPEARMAN⁸, 1996 apud BERNARDES, 2003).

A divisão do planejamento em diferentes níveis refere-se a como o planejamento é desenvolvido em relação aos diferentes horizontes de tempo: longo, médio e curto prazo. Cada um desses horizontes requer informações com diferentes graus de detalhamento. Caso as informações sejam excessivas para um certo horizonte, o tomador de decisão terá dificuldade de compreendê-las e levará muito tempo para disseminá-las. Caso haja falta de informações, não será possível utilizá-lo como orientação para sua execução (FORMOSO, 1991).

O nível de detalhamento dos planos também está ligado ao grau de incerteza do empreendimento. Grau de incerteza pode ser compreendido como a diferença entre a quantidade de informações necessárias para o desenvolvimento de uma determinada atividade e a quantidade de informação existente. A incerteza sobre a execução de uma atividade aumenta com o aumento do horizonte necessário para a implementação de um determinado plano (LAUFER⁹, 1997 apud BERNARDES, 2003)

⁷ NEALE, H; NEALE, D. **Construction Planning**. London: Thomas Telford, 1989.

⁸ HOPP, W.; SPEARMAN, M. **Factory Physics. Foundations of Manufacturing Management**. United States: Irwin McGraw-Hill, 1996.

⁹ LAUFER, A. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997.

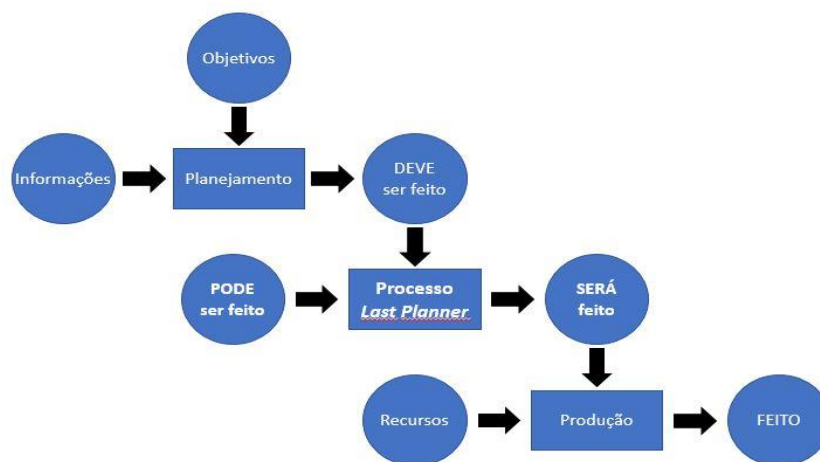
4.2.3 Last Planner

O processo de planejamento em empresas de construção é feito por diversas pessoas em diferentes níveis da empresa, em diversos momentos do projeto. Os planos feitos em altos níveis da organização resultam em outros planos em níveis mais baixos, de forma a especificar de forma mais detalhada os planos superiores. No fim deste processo, alguém toma a decisão do que executar de forma específica, detalhando de uma forma final o trabalho a ser feito. Este detalhamento é o último de todo o processo, e quem o desenvolve é chamado de *Last Planner* (último planejador) (BALLARD; HOWELL, 1994).

Segundo Ballard (2000), o sistema *Last Planner* (LPS) tem como objetivo aumentar a confiabilidade no processo de produção através da eliminação dos obstáculos existentes para que a produção ocorra no momento planejado. Este sistema pode ser entendido como um processo que transforma o que deve ser feito em o que é possível ser feito, de forma a criar um estoque de possíveis trabalhos para que o planejamento de produção seja executado.

A Figura 6 mostra como o *Last Planner* se relaciona com os diferentes níveis de planejamento de empresas construtoras. Segundo Ballard (2000), o sistema tem duas funções principais: o controle da unidade de produção no curto prazo e o controle do fluxo de trabalho através do médio prazo.

Figura 6 - O Sistema Last Planner



(fonte: adaptado de Ballard, 2000)

O LPS pode ser representado por três níveis hierárquicos e de acordo com os horizontes de planejamento: Plano Mestre (longo prazo); *Lookahead* (médio prazo); Plano de comprometimento (curto prazo) (BALLARD; HOWELL, 1998).

4.2.3.1 Longo Prazo

O planejamento de longo prazo, ou plano mestre, é desenvolvido antes do início da execução do empreendimento, abrangendo todo o trabalho necessário durante todo o período de execução para a sua conclusão (BALLARD; HOWELL, 1994). Este plano identifica as datas principais das atividades, gera parâmetros para utilização em instrumentos contratuais e estabelece referenciais para os outros níveis de planejamento. Devido ao seu extenso horizonte de planejamento este plano é o menos detalhado, já que seu grau de incerteza é elevado (BALLARD; HOWELL, 1996)

4.2.3.2 Médio prazo

O plano de médio prazo, ou *lookahead*, consiste em um segundo nível de planejamento que tem como objetivo ligar o plano mestre aos planos operacionais. Neste nível, há um grau de detalhamento maior devido a diminuição do horizonte de planejamento (usualmente, três meses) e também por se tratar de um desdobramento do plano de longo prazo (BERNARDES, 2003).

Ballard e Howell (1998) destaca as finalidades do plano de médio prazo:

- a) determinar o fluxo de trabalho e sua sequência ideal de forma a facilitar a realização dos objetivos do empreendimento;
- b) identificar os recursos necessários de forma a atender o fluxo de trabalho estabelecido;
- c) possibilitar que trabalhos independentes sejam agrupados, de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- d) identificar as operações que possam ser realizadas de forma conjunta pelas diferentes equipes da produção;
- e) identificar pacotes de trabalho que de forma contingencial possam ser executados pelas equipes de produção caso haja algum problema com os pacotes normais.

Assim, é no planejamento de médio prazo que é definido e controlado o fluxo de atividades a serem desenvolvidas de forma a atender os parâmetros do plano de longo prazo. Os pacotes que se enquadram dentro do horizonte de médio prazo são analisados quanto aos recursos necessários para que sejam executados (materiais e mão de obra), de forma a remover as restrições quanto a sua execução, buscando assegurar que não haja impedimento da conclusão dos serviços, aumentando a confiabilidade do planejamento (BALLARD, 2000).

4.2.3.3 Curto prazo

O plano de curto prazo consiste na determinação das atividades que serão executadas em um horizonte de uma semana, chamadas de pacotes de trabalho, com a função de orientar a execução das tarefas em obra. Este plano também tem como foco o comprometimento das equipes quanto as tarefas a elas designadas, de forma a garantir que sejam executadas dentro do período estipulado e com os recursos disponíveis (BALLARD; HOWELL, 1994). Os pacotes de trabalho são provenientes da análise do plano do período anterior e do estoque de atividades formado no plano de médio prazo.

Ballard (2000) salienta que a qualidade das atribuições de trabalho as equipes de produção são a chave para o controle da produção. Qualidade na definição das tarefas pode ser interpretado através de quatro características, segundo o mesmo autor:

- a) ser bem definida: sua interpretação não pode ser ambígua e deve possuir informações suficientes para que seja executada;
- b) seguir uma correta sequência de trabalho: ser coerente com a lógica do trabalho e com os objetivos e estratégias do projeto;
- c) possuir correta quantidade de trabalho: as equipes definidas precisam ser capazes de executar as tarefas com os recursos existentes;
- d) ser possível de ser executado: todos os pré-requisitos e suprimentos devem estar disponíveis.

Choo et al. (1998) definem pacote de trabalho como uma determinada quantidade de trabalho similar, ou um conjunto de tarefas, que é realizado em uma área bem definida, utilizando informações específicas de projeto, material, mão-de-obra e equipamento, e com todos os pré-requisitos completos.

4.2.2.4 Pacotes de trabalho e o modelo Processo-Produto

Os pacotes de trabalho representam a última informação criada pelo planejamento da produção, de forma que sua especificação no plano de curto prazo determina o que de fato deve ser produzido no canteiro. Devido ao seu caráter de ligação, as informações contidas em sua especificação devem ser suficientes para que todos os objetivos sejam interpretados de forma clara e objetiva pelos envolvidos na produção e no controle da qualidade, possibilitando o correto fluxo das informações no ciclo de controle integrado (PDCA).

Assim, um pacote de trabalho não é apenas uma ordem de produção, mas sim um elemento de controle do processo de produção, devendo ser capaz de representar os padrões técnicos do produto e os padrões técnicos de processo definidos nos níveis superiores de planejamento. Os modelos de processo e produto são capazes de armazenar estas informações através de parâmetros ligados aos elementos que os compõem. Por exemplo, uma unidade do modelo de produto pode conter as informações de dimensões, desempenho, acabamento e quantidades de materiais definidas na concepção do projeto, enquanto a especificação de processo é capaz de conter o método e as ferramentas, bem como quais os itens de controle devem ser considerados para que tal elemento seja produzido com a qualidade desejada.

Portanto, os pacotes de trabalho representam a ligação dos sistemas de planejamento e controle da produção e da qualidade, conforme proposto por Righi (2009). Sua especificação através da ligação de modelos de processo e produto utilizando ferramentas computacionais é o foco do presente trabalho.

4.3 CONTROLE INTEGRADO: PRODUÇÃO E QUALIDADE

Segundo a NBR ISO 9000, “as várias partes de um sistema de gestão da organização podem ser integradas, juntamente com o sistema de gestão da qualidade, dentro de um sistema de gestão único, utilizando-se elementos comuns. Isto pode facilitar o planejamento, a alocação de recursos, definição de objetivos complementares e avaliação da eficácia global da organização” (ABNT, 2000)

Sukster (2005), em um estudo de implementação de um sistema de planejamento e controle integrado da qualidade e da produção, observou benefícios no uso em conjunto dos

procedimentos e planilhas que integram os dois sistemas quanto a redução das inconformidades nos serviços executados e no comprometimento das equipes com o planejamento. Desta forma, foram elaboradas diretrizes para a integração de forma a melhorar a gestão do empreendimento (SUKSTER, 2005):

- a) a realização de reuniões periódicas de integração dos dois sistemas;
- b) a utilização conjunta de procedimentos do SGQ nas planilhas dos planos de médio e curto prazo;
- c) a inclusão do planejamento e controle da produção dentro do sistema de gestão da qualidade da empresa;
- d) a utilização de indicadores que possam avaliar aspectos de ambos os sistemas, como o PPCQ (porcentagem de pacotes concluídos com qualidade) e o PPCR (porcentual de pacotes concluídos real);
- e) a criação de mecanismos que levem a maior participação da equipe no planejamento e controle dos serviços.

Em um trabalho relacionado, Righi (2009) identificou a possibilidade de compartilhamento de informações entre o plano de curto prazo (pacotes de trabalho) e os lotes de conferência do SGQ. Assim, sugeriu diretrizes para que fosse atingida a integração (RIGHI, 2009):

- a) padronização do método para a elaboração do Plano de Curto Prazo;
- b) pacotes programados devem ser objetivos e visar a conclusão dos serviços;
- c) a avaliação da conclusão do serviço deve ser rigorosa no quesito terminalidade;
- d) Curto Prazo como guia de conferência da qualidade;
- e) As planilhas de conferência da qualidade devem ser mais simples e objetivas;
- f) Formalização aos executantes quanto ao padrão de qualidade exigido na conclusão do serviço;
- g) Participação dos empreiteiros e encarregados nas reuniões da qualidade e da produção.

O trabalho de Leão (2014) teve foco na capacidade do sistema de gestão integrado em monitorar as perdas causadas pela falta de terminalidade das tarefas devido ao sequenciamento dos processos, e pela execução de pacotes informais. Para isso, foi desenvolvido um modelo que utilizava tabelas eletrônicas para a coleta e processamento dos dados. Este modelo possui três módulos bem definidos para o controle do avanço produtivo, controle da qualidade e coleta de

perdas por *making-do*. O primeiro passo para a aplicação do modelo é o registro dos pacotes de trabalho planejados na reunião de curto prazo do LPS. Para isso, foram definidos dois conceitos de pacote de trabalho: o pacote de trabalho genérico, que são pacotes que se repetem em todas as unidades do empreendimento e que portanto poderiam ser criados e sua utilização se repetia em todos os lotes; e o pacote de trabalho específico que é obtido ao se relacionar um pacote de trabalho genérico a um lote específico, obtendo-se assim uma ação em um certo elemento de um lote (LEÃO, 2014).

Rocha (2015) realizou um refinamento da proposta introduzida por Leão (2014), utilizando não mais planilhas eletrônicas para a coleta e processamento dos dados, mas sim um *software* para uso em dispositivos móveis. Para isso, foi desenvolvido um sistema dividido em dois módulos: um módulo *web* para a criação e análise dos planos de curto prazo; e um módulo *mobile* utilizado para a coleta de dados em campo. Segundo Rocha (2015):

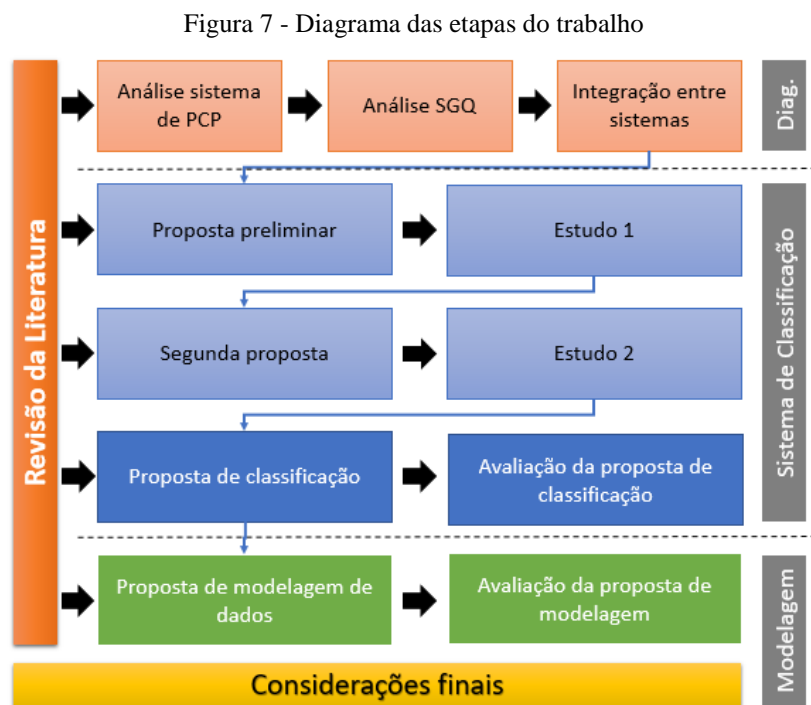
“[...] os critérios de qualidade devem ser divididos de acordo com os pacotes de trabalho planejados, possibilitando a conferência de cada critério no momento adequado, inclusive das condições de início, e o lote de inspeção deve ser o mesmo para a produção e para a qualidade. ”

5 MÉTODO DE PESQUISA

O presente capítulo tem por objetivo apresentar o método que foi utilizado para o desenvolvimento da pesquisa. Primeiramente será discutido a estratégia de pesquisa adotada e seu delineamento e, em um segundo momento, serão descritas as etapas do trabalho.

5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho foi elaborado em três fases principais: compreensão do problema, desenvolvimento e avaliação. Estas fases estão ilustradas no delineamento da pesquisa, apresentado na Figura 7, onde também são apresentadas as etapas do trabalho.



(fonte: própria do autor)

Na primeira fase da pesquisa foi realizado um diagnóstico dos sistemas de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da empresa, de forma a se obter conhecimento aprofundado sobre o tema. Nesta fase também ocorreu a análise dos

trabalhos existentes sobre a integração entre os dois sistemas, suas contribuições e sua aplicabilidade no contexto da empresa estudada.

A segunda fase da pesquisa iniciou com o desenvolvimento de uma proposta preliminar de classificação utilizando os modelos propostos (processo e produto), cuja funcionalidade foi testada no Estudo 1. Os resultados deste estudo serviram como base para a elaboração de uma segunda proposta de classificação, com o objetivo de refinar o sistema proposto inicialmente. Essa segunda proposta foi testada no Estudo 2, o qual contou com o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que aplica os conceitos da segunda proposta de forma a facilitar a análise dos dados. Por fim, a partir dos resultados dos dois estudos, foi desenvolvida uma discussão a fim de avaliar os resultados obtidos quanto a sua aplicação.

A terceira fase da pesquisa caracterizou-se pela elaboração de uma modelagem de dados para a utilização do sistema de classificação em sistemas computacionais. A modelagem de dados tem como objetivo explicar a lógica por trás de um sistema, mostrando características de funcionamento e comportamento do software e serve como base para a criação do banco de dados do sistema. Por fim, foi feita uma análise crítica da modelagem desenvolvida, analisando as diversas possibilidades de aplicação dentro do contexto considerado.

A revisão da literatura sobre os temas abordados foi realizada em todo o processo de desenvolvimento deste trabalho de forma a dar embasamento teórico as medidas tomadas e balizar as conclusões resultantes da pesquisa. Por fim, será feita uma análise conclusiva da proposta, seguida de sugestões para trabalhos futuros.

5.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa na qual o estudo foi realizado é uma construtora de médio porte com sede na cidade de Porto Alegre/RS, com atuação tanto na região metropolitana quanto no interior do estado do Rio Grande do Sul e também em Santa Catarina. Foi fundada a partir da fusão de quatro empresas com atuação de mais de 30 anos no mercado de construção do estado. Sua gama de produtos se estende desde os padrões do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), até segmentos de alto padrão, tanto em condomínios horizontais como verticais e prédios comerciais.

A empresa tem como característica a busca de aperfeiçoamento de seus sistemas de planejamento e controle da produção e de gestão da qualidade, já tendo realizado diversos trabalhos em parceria com o NORIE-UFRGS, como o de Leão (2014) e Rocha (2015), os quais serviram como base para o desenvolvimento do presente trabalho. A empresa possui certificação SiAC nível “A” do PBQP-H e ISO 9001, além de utilizar como método para o planejamento e controle da produção o sistema *Last Planner*, os quais são considerados premissas deste trabalho.

5.2.1 Sistema de PCP

A empresa possui um Procedimento Gerencial que trata do Planejamento e Controle da Produção nos empreendimentos, o qual é baseado nos princípios do sistema *Last Planner*. Este procedimento é aplicado desde o desenvolvimento do cronograma mestre pelo setor de planejamento até o fim das atividades no canteiro.

Inicialmente, no nível de longo prazo, é desenvolvido o cronograma mestre do empreendimento pelo setor de planejamento em conjunto com o setor de produção, o qual tem como finalidade representar de forma ampla todos os serviços a serem executados no decorrer do projeto. Este cronograma é representado em forma de gráfico de Gantt e linha de balanço, utilizando o software Microsoft Project e deve ser atualizado conforme forem sendo identificados desvios nos prazos dos serviços ou mudanças de planejamento.

No nível de médio prazo é realizado, pela equipe de engenharia e de planejamento, um ciclo de planejamento mensal, que consiste na análise detalhada do plano de longo prazo de um período de oito semanas a partir da data de realização do plano de médio prazo. Neste ciclo, devem ser analisados os recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos) necessários para a execução das atividades previstas para o período, chamados de restrições. Desta análise, resulta uma lista identificando as restrições, seus respectivos responsáveis (engenheiros, diretores, etc.) e os prazos para que sejam removidas.

No nível de curto prazo, é realizado um ciclo semanal pela equipe de obra, que consiste na elaboração de uma lista em um formulário padrão, desenvolvido no software Microsoft Excel, contendo as atividades que devem ser realizadas no referido período e concluídas ao término

da semana. Esta lista deve incluir apenas atividades que já tenham suas restrições removidas e que, portanto, sejam possíveis de serem realizadas. Os itens desta lista são chamados de “pacotes de trabalho” e devem conter claramente a informação do que (atividade), onde (local do canteiro) e quem (empreiteiro, operário ou funcionário) deve executá-la. Após a elaboração do plano, deve ser realizada uma reunião para que o mesmo seja apresentado para toda a equipe de obra (estagiários, mestres, empreiteiros, etc.), de forma que sejam analisadas as atividades e possíveis ajustes sejam feitos. Esta reunião tem como finalidade o comprometimento dos envolvidos com a execução das atividades propostas. No final da semana, as atividades devem ser analisadas quanto a sua conclusão, atribuindo “Sim” para as atividades que foram 100% concluídas na semana, e “Não” para as atividades que não foram 100% concluídas. Esta informação é utilizada para o cálculo do indicador Percentual de Pacotes Concluídos (PPC). O indicador PPC é calculado tanto para a obra como um todo quanto para cada empreiteiro, representando a adesão das equipes ao planejamento. Ainda, as atividades que não foram concluídas devem ter um motivo de não conclusão associado.

$$\text{PPC} = \text{n}^\circ \text{ de atividades concluídas} / \text{n}^\circ \text{ total de atividades} \quad (1)$$

5.2.2 Sistema de Gestão da Qualidade

O sistema de gestão da qualidade da empresa é baseado nas normas ISO 9001/2008 e no SiAC do PBQP-H, e é descrito no Manual da Qualidade, que abrange todos os setores da empresa. Neste Manual, é indicado que deve existir um Plano de Qualidade da Obra (PQO), o qual deve conter informações como a estrutura organizacional da obra, programa de treinamentos, relação de materiais e serviços controlados, entre outros. No PQO também são listados os Procedimentos de Execução de Serviços (PES) que serão utilizados no canteiro, bem como as respectivas Planilhas de Verificação da Qualidade (PVQ).

O controle da qualidade dos serviços na obra é feito utilizando as PVQs, que consistem em listas de itens de verificação que devem ser inspecionados antes (condições de início), durante e após a execução de cada serviço. Estes itens de verificação estão diretamente relacionados com as informações constantes nos PESs, os quais também descrevem, além do procedimento executivo, as formas de verificação e as tolerâncias de medidas.

Figura 8 - Exemplo de PVQ

Nome: REVESTIMENTO INTERNO DE PAREDES E TETOS EM ARGAMASSA		Referência / Arquivo: ENG-002-PVQ																																																																																											
		Data de emissão: 27/09/2011																																																																																											
Tipo de documento: PLANILHA DE VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE		Data da última revisão: 13/07/2015																																																																																											
Setores envolvidos: ENGENHARIA		Versão: 01	Página: 1/1																																																																																										
<table border="1"> <tr> <td>Obra:</td> <td>Mestre:</td> </tr> <tr> <td>Etapa: Revestimentos</td> <td>Técnico:</td> </tr> <tr> <td>Serviço: Reboco Interno</td> <td>Engenheiro:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Lote:</td> </tr> </table>				Obra:	Mestre:	Etapa: Revestimentos	Técnico:	Serviço: Reboco Interno	Engenheiro:	Lote:																																																																																			
Obra:	Mestre:																																																																																												
Etapa: Revestimentos	Técnico:																																																																																												
Serviço: Reboco Interno	Engenheiro:																																																																																												
Lote:																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Verificação 1</th> <th>Verificação 2</th> <th>Verificação 3</th> <th>Verificação 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">1 Condições de início:</td> </tr> <tr> <td>1.1 Alvenarias concluídas e fixadas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.2 Contramarcos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3 Instalações elétricas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.4 Canaletas hidráulicas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.5 Traço da argamassa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.6 EPI's</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.7 Remoção de sujeiras e irregularidades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.8 Preenchimento de furos e bicheiras</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.9 Chapisco (mín. 3dias / máx. 28 dias)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.10 Reforço do emboço</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">2 Taliscamento:</td> </tr> <tr> <td>2.1 Distribuição das taliscas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.2 Espessura das taliscas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">3 Massa única:</td> </tr> <tr> <td>3.1 Prumo e/ou nível</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.2 Esquadro</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4	1 Condições de início:					1.1 Alvenarias concluídas e fixadas					1.2 Contramarcos					1.3 Instalações elétricas					1.4 Canaletas hidráulicas					1.5 Traço da argamassa					1.6 EPI's					1.7 Remoção de sujeiras e irregularidades					1.8 Preenchimento de furos e bicheiras					1.9 Chapisco (mín. 3dias / máx. 28 dias)					1.10 Reforço do emboço					2 Taliscamento:					2.1 Distribuição das taliscas					2.2 Espessura das taliscas					3 Massa única:					3.1 Prumo e/ou nível					3.2 Esquadro				
	Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4																																																																																									
1 Condições de início:																																																																																													
1.1 Alvenarias concluídas e fixadas																																																																																													
1.2 Contramarcos																																																																																													
1.3 Instalações elétricas																																																																																													
1.4 Canaletas hidráulicas																																																																																													
1.5 Traço da argamassa																																																																																													
1.6 EPI's																																																																																													
1.7 Remoção de sujeiras e irregularidades																																																																																													
1.8 Preenchimento de furos e bicheiras																																																																																													
1.9 Chapisco (mín. 3dias / máx. 28 dias)																																																																																													
1.10 Reforço do emboço																																																																																													
2 Taliscamento:																																																																																													
2.1 Distribuição das taliscas																																																																																													
2.2 Espessura das taliscas																																																																																													
3 Massa única:																																																																																													
3.1 Prumo e/ou nível																																																																																													
3.2 Esquadro																																																																																													

(fonte: fornecido pela empresa)

Antes do início de cada serviço, deve ser definido pela equipe da obra qual será o lote de verificação do serviço, podendo abranger desde cada unidade autônoma a pavimentos inteiros, variando assim a quantidade de planilhas que devem ser preenchidas. Também devem ser verificadas as condições de início do serviço, preenchendo os campos com a data de verificação, e a condição do item: "A" para o item considerado aprovado, "R" para os itens considerados reprovados ou "AR" para os itens considerados aprovados com restrição. O serviço só deve ser iniciado caso todos os itens sejam considerados aprovados. Os itens que forem considerados aprovados com restrição devem ter os motivos descritos no campo de observação e o engenheiro deve assinar de forma a dar ciência a informação.

Durante a execução do serviço e ao final do mesmo, devem ser verificados os itens que constam nas etapas seguintes, até que todos os itens constantes sejam verificados. Caso algum item seja marcado como reprovado, deve ser informado aos responsáveis para que sejam tomadas ações para a sua correção e uma nova verificação deve ser feita, até que todos os itens sejam considerados aprovados. Caso algum item seja reprovado três vezes consecutivas, o setor de

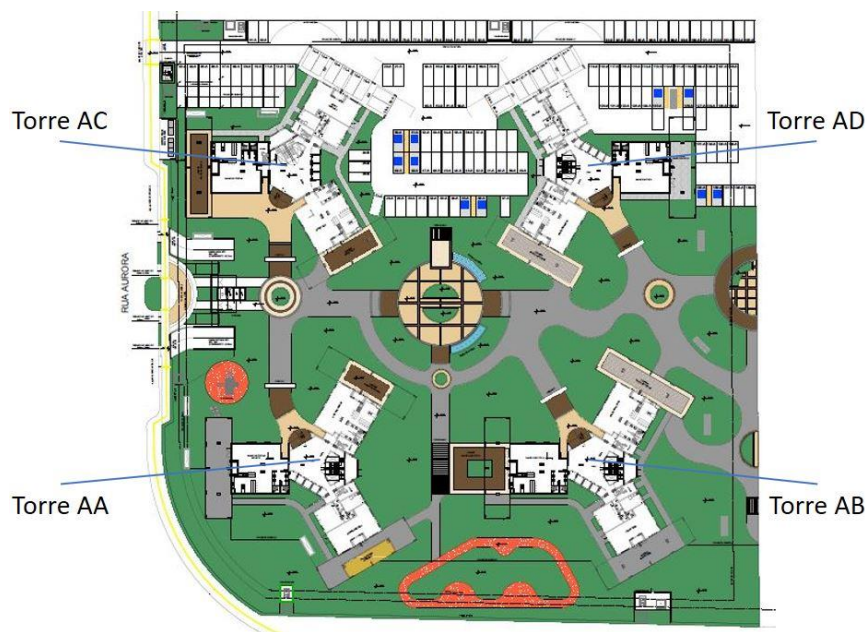
qualidade da empresa deve ser informado para que sejam tomadas ações corretivas. Quando todos os itens de verificação forem considerados aprovados, é feito o fechamento da PVQ, calculando-se o percentual de aprovação das verificações, dividindo o número de itens aprovados pelo total de verificações.

As PVQ devem ficar disponíveis para consulta no escritório da obra, organizadas em pastas suspensas separadas por serviço. Mensalmente, um resumo contendo as PVQs fechadas, o número de lotes inspecionados e o percentual de aprovação deve ser enviado para o setor de Qualidade da empresa.

5.2.3 O empreendimento de estudo

O estudo foi desenvolvido em um empreendimento de médio padrão, situado na cidade de Canoas – RS. Trata-se de um condomínio residencial composto por quatro torres residenciais de quatorze pavimentos com um subsolo, como mostra a Figura 9. A escolha do empreendimento foi feita devido ao fato do autor trabalhar na empresa responsável pela realização do empreendimento, a qual utiliza LPS para o planejamento e possui um sistema de qualidade consolidado.

Figura 9 - Planta baixa do empreendimento



(fonte: adaptado do projeto arquitetônico fornecido pela empresa)

As torres possuem formato de “Y”, com cada “asa” contendo quatro apartamentos (ou áreas condominiais) e, no centro, também chamado de “miolo”, localiza-se a área de circulação com acesso a escadaria e aos elevadores. Cada torre é composta por um subsolo, que dá acesso ao estacionamento do condomínio; um pavimento térreo composto por áreas condominiais; doze pavimentos tipo, contendo seis apartamentos de dois dormitórios e área aproximada de 60m², e seis apartamentos de três dormitórios com área aproximada de 75m²; e um pavimento de cobertura, contendo áreas condominiais e de serviço.

A Figura 10 apresenta um esquema com a divisão de um pavimento tipo, suprimindo duas asas (por motivos de visualização) que são idênticas a que aparece no esquema.

Figura 10 - Pavimento tipo: asa e miolo



(fonte: adaptado do projeto arquitetônico fornecido pela empresa)

Devido a característica repetitiva da obra, ficou definido que os estudos *in loco* seriam restritos a torre AC, que está posicionada mais ao sul do empreendimento, próxima a portaria principal. No início do presente trabalho, a supra-estrutura da torre já havia sido finalizada, bem como a alvenaria e revestimentos internos em argamassa. As estruturas de drywall, instalações hidrossanitárias e elétricas, instalação das placas de gesso e impermeabilização estavam em execução. Ao final do trabalho, serviços de acabamento como revestimentos cerâmicos,

instalação de louças e tampos estavam em execução. O prazo de entrega previsto para o empreendimento é março de 2018.

5.2.4 Avaliação do PCP e SGQ

O sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa é baseado no *Last Planner system*, desenvolvido por Ballard (2000), e apresenta estrutura coerente com a bibliografia existente sobre o assunto. As dimensões de planejamento (horizontal e vertical) são bem delineadas devido ao processo de planejamento ser bem definido na descrição do sistema. O plano de longo prazo é desenvolvido utilizando o software Microsoft Project, em formato de gráfico de Gantt, com nível de detalhamento coerente com o esperado para o horizonte planejado. As revisões deste plano são feitas conforme as mudanças ocorridas na obra, de forma a manter a consistência do planejamento. No nível de médio prazo, as reuniões são realizadas e as restrições discutidas com os engenheiros da obra e o setor de planejamento.

O desenvolvimento do planejamento de curto prazo é de responsabilidade do engenheiro da obra, o qual tem o dever de elaborar a planilha com os pacotes de trabalho e discuti-la com os responsáveis. A elaboração da planilha é feita manualmente, sobre um formulário padrão disponibilizado pela empresa em arquivo do software Microsoft Excel. O arquivo é dividido em diversas abas separadas, representando uma semana de planejamento cada. As planilhas possuem uma subdivisão pré-estabelecida para cada empreiteiro contratado e os campos disponíveis para a definição das tarefas são uma descrição, seis campos referentes aos dias da semana para planejamento das equipes, um campo para a situação da tarefa ao final do período e um campo para definição do motivo de não conclusão, caso haja. As tarefas são descritas manualmente, não havendo uma referência de atividades que já tiveram suas restrições removidas proveniente das reuniões de médio prazo, ou banco de dados com tarefas padrão, cabendo ao engenheiro criá-las. Percebe-se por esse motivo a falta de padronização da descrição dos pacotes de trabalho, onde as informações ficam dispostas de forma diferente em cada atividade, e também diversas falhas de planejamento devido a erros causados pela dependência puramente humana na criação dos pacotes de trabalho. A falta de padronização também se reflete em uma difícil busca por informações em momentos posteriores, já que os campos necessitam ser procurados manualmente um a um, não havendo possibilidade de aplicar filtros que facilitem a busca.

Figura 11 - Modelo padrão programação semanal

Plano Semanal										
		Semana: 25/11/2013 a 01/12/2013								
		Obra:								
		Fase:		PPC da Obra		88%		Verde		
		Engenheiro:								
ID	Atividade	Fornecedor:	2ª Feira	3ª Feira	4ª Feira	5ª Feira	6ª Feira	sábado	Motivo	PPC
		A								
1	Radier									S
2	Radier									S
3	Radier									S
4	Radier									S
5	Radier									S
6	Radier									S
7	Radier								2.2	N
									Verde	100,00%
		B								
									Verde	100,00%
		C								
									Verde	
		D								
									Verde	
		E								
									Verde	

(fonte: fornecido pela empresa)

Ao final do ciclo de planejamento de curto prazo, as atividades são analisadas quanto a sua conclusão pela equipe da obra, atribuindo “S” para as tarefas 100% concluídas ou “N” para as tarefas que não foram concluídas. Pode-se perceber que o caráter binário do campo limita a informação coletada de forma que para as atividades concluídas, não há informação sobre a data de conclusão da tarefa, impossibilitando a análise quanto a precisão do planejamento, e para as atividades não concluídas, não há informação quanto ao seu estágio de produção. No ciclo de planejamento seguinte, as atividades que não foram concluídas são novamente adicionadas ao plano, sem indicação de replanejamento, mesmo que seu desenvolvimento esteja em estágio avançado, distorcendo assim o cálculo do PPC do ciclo posterior. Os motivos de não conclusão provém de uma lista pré-estabelecida, presente na própria planilha, e são preenchidos no final do ciclo, juntamente com a análise de conclusão. O campo permite apenas a indicação de um motivo por tarefa, o que limita a descrição do andamento do trabalho, já que diversos motivos de não conclusão diferentes podem ocorrer em uma semana de atividades.

O Sistema de Gestão da Qualidade da empresa possui certificação ISO 9001, o que garante sua conformidade com as diretrizes estabelecidas por este sistema. A Política da Qualidade da empresa deixa claro sua preocupação com a satisfação do cliente e salienta que a melhoria contínua de seus processos é um meio para conquista-la. O sistema possui procedimentos

documentados que abrangem todos os níveis da empresa, principalmente o setor de produção, que possui uma grande biblioteca de procedimentos executivos de serviços conforme as técnicas de construção vigentes.

O controle de qualidade na obra é executado conforme as recomendações de Picchi et al (1993), através de listas de verificação contendo os itens que devem ser verificados (PVQs). Porém, a descrição dos itens é apresentada de forma sucinta, permitindo variadas interpretações, e não constam nessas planilhas as tolerâncias aceitáveis, obrigando o responsável a possuir a PES em mãos no momento das conferências.

A definição do lote de verificação nas PVQs é de responsabilidade da equipe de obra, não havendo padronização por parte da empresa. Assim, para os diferentes serviços a serem verificados, pode haver grande diferença no tamanho do lote, o que causa distorção nas notas dos serviços. Esta falta de padronização também faz com que os serviços verificados não traduzam a situação atual da produção, já que os lotes de verificação podem ser maiores ou menores que os pacotes de trabalho constantes no planejamento de curto prazo. Caso os lotes do sistema de qualidade sejam maiores que os de produção, os lotes que foram produzidos antes de se atingir o tamanho do lote de verificação não geram dados para o sistema de qualidade, e a nota do lote será calculada apenas ao final de dois ou mais ciclos de produção. Caso o lote de verificação seja menor que o lote de produção, haverá a necessidade de se criar duas ou mais PVQs para que todo o serviço seja verificado. Assim, é difícil inferir a qualidade dos serviços executados pelas equipes, fazendo com que problemas de qualidade sejam identificados tardiamente, sem que muitas vezes seja possível identificar a equipe responsável pela produção, o que dificulta a tomada de medidas corretivas.

Outra dificuldade identificada no SGQ da empresa é que as planilhas estão disponíveis apenas em meio físico. Isto faz com que seja necessário que os responsáveis carreguem consigo uma grande quantidade de folhas de papel para executar as conferências, dificultando o deslocamento e manuseio de equipamentos de medição, já que não há no canteiro locais de trabalho em que se possa executar anotações, obrigando-os a utilizar pranchetas e assemelhados. A busca pelas informações também é dificultada, já que é necessário que se encontre no arquivo da obra as PVQs referentes aos serviços em que se deseja obter as informações.

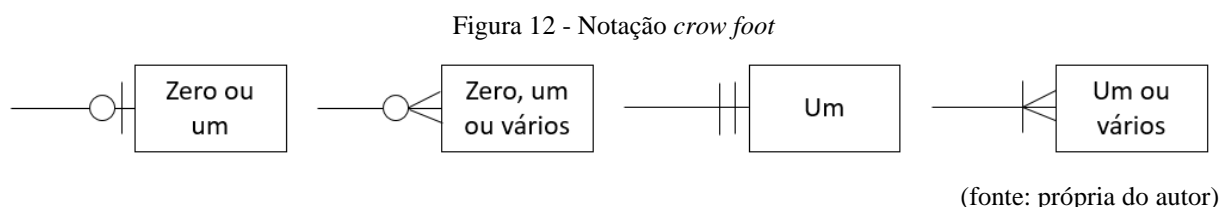
5.3 MODELAGEM E REPRESENTAÇÃO

O modelo de dados será apresentado conceitualmente através de um diagrama DER (Diagrama Entidade-Relacionamento), o qual tem como objetivo representar a lógica por trás do sistema. Neste diagrama são apresentadas as entidades, seus atributos e seus relacionamentos. As entidades são representações de algo do mundo real, concreto ou abstrato, abstraído de forma que seus atributos possam ser armazenados em uma tabela.

Os relacionamentos entre as tabelas podem ser de três tipos:

- a) Relacionamento um para um (1.1): indica que as tabelas têm relacionamento apenas entre si;
- b) Relacionamento um para n (1.n): indica que uma entidade de uma tabela pode se relacionar com n entidades de outra tabela;
- c) Relacionamento n para m (n.m): indica que uma entidade de uma tabela pode se relacionar com diversas entidades da outra tabela, sendo o inverso também verdadeiro. Deste tipo de relacionamento, resulta uma tabela auxiliar, a qual indica quais são os itens das tabelas que tem relacionamento.

Para a representação da cardinalidade dos relacionamentos, será utilizada a notação “*crow foot*”, como na Figura 12.



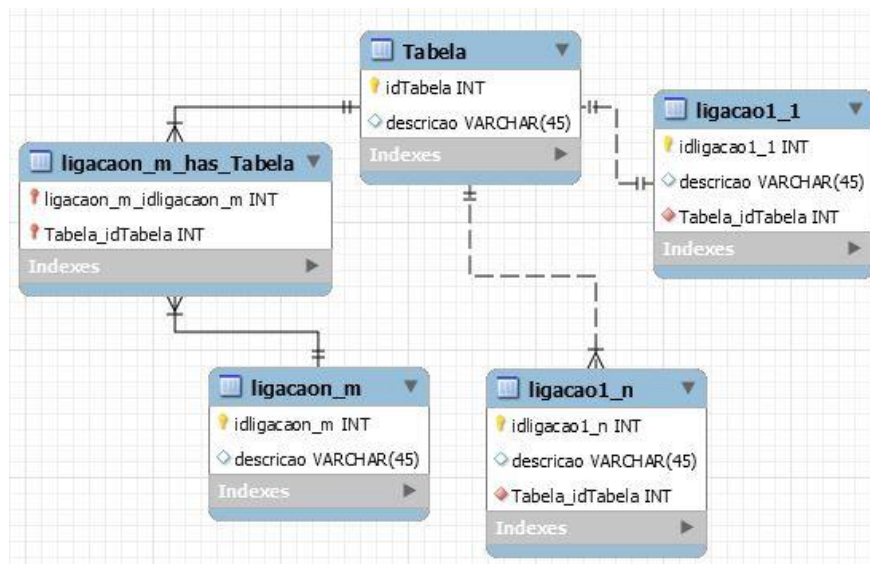
A Figura 13 apresenta um exemplo do Diagrama Entidade-Relacionamento. Neste exemplo, a entidade “Tabela” possui dois atributos para cada instância nela contida: “idTabela”, que armazena uma informação do tipo inteiros (INT) e é a chave primária da entidade, responsável por identificar unicamente a mesma (indicado pelo símbolo da chave amarela a esquerda); e “descrição”, que armazena uma informação do tipo caracteres com tamanho variável (VARCHAR45). A entidade “Tabela” possui uma ligação do tipo um para um com a entidade “ligacao1_1”, portanto, cada instância da entidade “Tabela” pode se relacionar com apenas uma instância da entidade “ligação1_1”. A entidade “ligacao1_1” possui três atributos:

“idligacao1_1”, que é uma chave primária; “descricao”; e “Tabela_idTabela”, que é o atributo responsável por armazenar a chave primária da instância contida na entidade “Tabela” que se relaciona com a instância armazenada na entidade “ligacao1_1”. Nesta ligação, cada instância da entidade “Tabela” pode se relacionar com apenas uma instância na entidade “ligacao1_1”. Analogamente, esta ligação pode ser exemplificada como a ligação entre uma pessoa e o CPF, onde cada pessoa possui um e apenas um CPF.

Assim como a entidade “ligacao1_1”, a entidade “ligacao1_n” possui três atributos: “idligacao1_n”, “descricao” e “Tabela_idTabela”. Porém, pela cardinalidade da ligação, cada instância da entidade “Tabela” pode se relacionar com n instâncias da entidade “ligacao1_n”. Assim, esse tipo de ligação pode ser exemplificado pela ligação entre uma entidade pai e uma entidade filho, onde cada pai pode ter n filhos, porém cada filho pode ter apenas um pai.

Por fim, a entidade “ligacaon_m” possui uma ligação do tipo muitos para muitos com a entidade “Tabela”. Este tipo de ligação necessita de uma terceira entidade onde são armazenadas as chaves primárias das instâncias das duas entidades que possuem relacionamento, sendo chamadas de chaves estrangeiras por identificarem unicamente cada instância desta entidade.

Figura 13 - Exemplo de entidades e seus relacionamentos



(fonte: própria do autor)

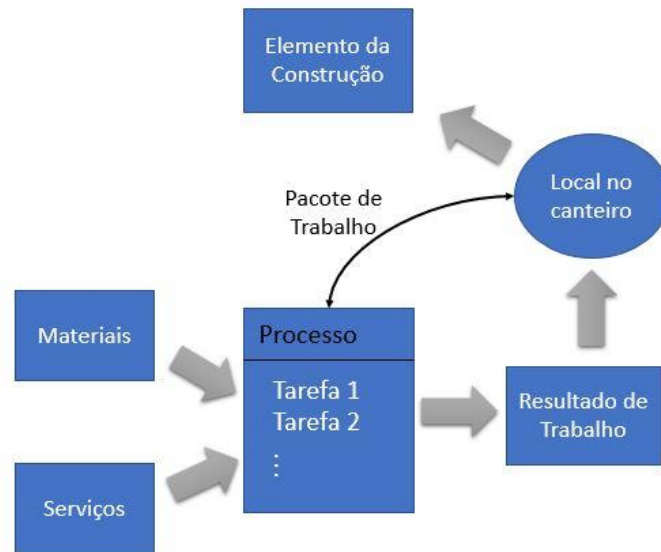
6 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Por definição, pacote de trabalho é a denominação dada a instrução entregue para a equipe de produção para a fabricação de um elemento da construção em certo local do canteiro. Como premissa deste trabalho, foi estabelecido que esta instrução se trata da especificação do processo que deve ser executado.

Um processo é um conjunto ordenado de tarefas que utiliza serviços e produtos da construção para criar um resultado de trabalho. Quando ligado a um local específico do canteiro, este resultado de trabalho forma um elemento da construção. Porém, o resultado de trabalho não representa por si só as tarefas que devem ser executadas pela equipe de produção, tornando falha a representação do pacote de trabalho apenas pela sua ligação ao local do canteiro. Portanto, para a formulação do pacote de trabalho é mais coerente utilizar a informação de processo, pois cumpre a função determinada pela definição de pacote de trabalho de forma mais precisa, como mostrado na Figura 14. Assim, o modelo de processos deve representar ordenadamente as tarefas necessárias para a execução dos serviços, conforme os padrões estabelecidos pela empresa. Desta forma, os pacotes de trabalho podem ser formulados conforme o estágio desejado para o planejamento e controle da produção, e conseqüentemente para que os itens de verificação sejam definidos de forma precisa.

O modelo de produto tem como objetivo especificar o local ou espaço no canteiro onde as tarefas devem ser executadas de forma a criar um elemento da construção. Trata-se de um modelo hierarquizado do tipo árvore, onde cada elemento está contido em um espaço mais abrangente e assim sucessivamente. Esta forma de representação garante a formulação de pacotes de trabalho mais específicos para a necessidade do canteiro, já que permite especificar várias unidades na forma de uma zona que contenha tais unidades.

Figura 14 - Formulação do pacote de trabalho



(fonte: própria do autor)

Com o objetivo de obter os pacotes de trabalho a partir dos modelos de processo e produto, foi estabelecido que as instâncias deveriam ser caracterizadas por um código que identificasse os elementos que os compõem dentro dos modelos. A composição deste código deve seguir a ordem de detalhamento da informação dos modelos, separando-os em níveis, de forma a garantir a hierarquia do modelo. Assim, os pacotes de trabalho podem ser formados conforme o nível de detalhamento necessário para o planejamento e controle da produção no canteiro, bem como determinar os itens de conferência da qualidade coerentes ao serviço executado.

Inicialmente, buscou-se utilizar as informações contidas nas tabelas do sistema OmniClass para a composição dos pacotes de trabalho. Porém, no sistema OmniClass, não há tabela que represente o sequenciamento de tarefas necessárias para atingir certo resultado de trabalho. A tabela 22, *Work Results*, representa apenas uma entidade completa que passa a existir após todos os processos e recursos terem sido aplicados, não contendo sua composição. Por exemplo, a classificação *Structural Concrete* é formada por concreto pesado, concreto leve, concreto de alta performance, etc. A tabela 21, *Elements*, classifica os elementos através de suas características predominantes, por exemplo, uma abertura externa está dentro da mesma classificação que uma alvenaria externa por cumprirem a mesma função, mesmo pertencendo a sistemas distintos. Portanto, a classificação através do sistema OmniClass se torna não

eficiente para o problema em questão, já que não permite a composição dos processos segundo suas tarefas.

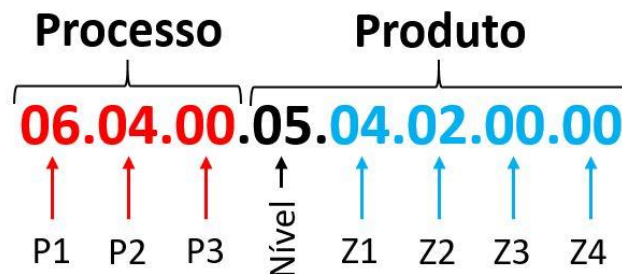
Além disso, o sistema OmniClass apresenta falhas na caracterização de alguns resultados de trabalho. Um exemplo são as instalações, que são tratadas de forma generalista sem abranger o seccionamento segundo a estrutura que os contém. Outro ponto negativo é o fato da estrutura de concreto armado não possuir uma classificação única, só havendo códigos específicos para as suas partes componentes, o que está em desacordo com as práticas de controle de obra, onde não faz sentido decompor esta atividade.

Portanto, o sistema de classificação desenvolvido por Schenatto (2015) foi tomado como base para o desenvolvimento de um sistema de classificação que atendesse as necessidades do presente trabalho. Para isso, as informações contidas no sistema proposto por Schenatto (2015) foram alteradas, de forma a conter as informações dos modelos de processo e produto.

6.1 PROPOSTA INICIAL

Com o objetivo de criar uma classificação para os pacotes de trabalho que permitisse a consistência na análise dos dados através de programas computacionais, foi utilizada uma sequência de oito códigos, cada um contendo dois números arábicos, que se referenciam as informações contidas nas árvores de classificação de processo e produto, como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Exemplo de código de pacote de trabalho



(fonte: adaptado de Schenatto (2015))

6.1.1 Faceta processo

Para a classificação da informação por processo, foi utilizada uma árvore hierarquizada com os principais processos utilizados no empreendimento, utilizando como base os Procedimentos Executivos de Serviço da empresa. Nestes procedimentos, são descritas as etapas para execução dos serviços, as quais representam as subdivisões dos processos, bem como os critérios de qualidade a serem avaliados em cada etapa. Portanto, ligados a cada processo ou etapa do processo, podem ser definidos os critérios de qualidade a serem avaliados na execução dos pacotes de trabalho. Esta ligação permite que a faceta processo defina os critérios da qualidade a serem analisados no canteiro de obras.

Foram utilizados três códigos de dois algarismos (P1, P2 e P3) para representar os níveis do processo aos quais o pacote de trabalho se referia. Cabe ressaltar que esta árvore foi desenvolvida especificamente para o estudo preliminar desenvolvido no empreendimento descrito, com o intuito de testar o modelo de classificação. A Figura 16 apresenta os processos e os códigos atribuídos.

Figura 16 - Processos

01	Reboco interno parede	05	Instalações elétricas	10	Drywall
01.01	Lavar	05.01	Embutidas em alvenaria	10.01	Instalar estrutura drywall
01.02	Chapiscar	05.02	Embutidas em drywall	10.01.01	Posicionar guias
01.03	Posicionar telas	05.03	Rede suspensa	10.01.02	Posicionar montantes
01.04	Taliscar	05.04	Fiação	10.02	Plaquear
01.05	Rebocar	05.06	Dispositivos	10.03	Instalar estrutura forro
01.06	Feltrar	06	Instalações hidrossanitárias	10.04	Plaquear forro
02	Reboco externo parede	06.01	Instalar tubulação em drywall	11	Pintura interna
02.01	Preparar	06.02	Instalar tubulação em alvenaria	11.01	Preparar para pintura
02.02	Chapiscar	06.03	Instalar colunas	11.02	Aplicar Massa corrida
02.03	Taliscar	06.03.01	Instalar colunas pluviais	11.03	Aplicar textura
02.04	Rebocar	06.03.02	instalar colunas esgoto	11.04	Executar 1ª demão pintura
03	Supra-estrutura	06.03.03	Instalar colunas gordura	11.04	Executar 2ª demão pintura
03.01	Confeccionar painéis de forma	06.04	instalar rede de água	12	Reboco teto
03.02	Marcar eixos	06.05	Instalar rede de esgoto	12.01	Preparar teto
03.03	Montar forma dos pilares	06.05.01	Chumbar passagens	12.02	Chapiscar teto
03.04	Montar forma das vigas	07	Instalação de gás	12.03	Rebocar teto
03.05	Montar forma da laje	07.01	Instalar colunas	13	Instalar Contramarco
03.06	Concretar pilares	07.02	Instalar ramais	14	Instalar Peitoril
03.07	Armar vigas e lajes	08	Revestimento cerâmico	15	Instalar Janelas
03.08	Posicionar tubulações elétricas	08.01	Assentar azulejos	16	Instalar Portas
03.09	Posicionar passagens nas vigas e lajes	08.02	Assentar cerâmica piso	16.01	Instalar portas Internas
03.10	Concretar vigas e lajes	08.03	Rejuntar azulejos	16.02	Instalar portas Externas
03.11	Desformar	08.04	Rejuntar cerâmica piso	17	Instalar Churrasqueiras
04	Alvenaria de blocos	09	Impermeabilização		
04.01	Lavar	09.01	Preparar para impermeabilização		
04.02	Posicionar telas	09.02	Impermeabilizar		
04.03	Chapiscar	09.03	Executar teste		
04.04	Marcar	09.04	Executar proteção mecânica		
04.05	Elevar alvenaria				
04.06	Fixar				

(fonte: própria do autor)

6.1.2 Faceta produto

Para a classificação por produto, foram utilizados cinco códigos de dois algarismos, como mostra a Figura 17, sendo o primeiro deles (nível) referente a divisão vertical do empreendimento e os quatro seguintes (Z1, Z2, Z3 e Z4) referentes as subdivisões horizontais (zonas). O código Z1 representa uma divisão em macro-zonas conforme apresentado na Figura 9. O código Z2 se refere a primeira subdivisão das macro-zonas, portanto, possui classificação distinta para os dois tipos referenciados em Z1 (implantação ou torre). O código Z3 possui quatro classificações diferentes dependendo do nível (subsolo, térreo, tipo e 14º pavimento) e quatro subdivisões diferentes dependendo de Z2 (miolo, asa 1, asa 2, asa 3, fachada).

As tabelas com os valores que os códigos da faceta produto podem assumir no caso estudado constam no Apêndice A. Utilizando essas informações, pode-se ler o código “04.04.00.00.00” como “4º pavimento da torre AC”, ou o código “14.03.03.06.00” como o “terraço do 14º pavimento da torre AB”.

6.2 ESTUDO 1

O Estudo 1 consistiu na análise de sessenta e quatro pacotes de serviços que constam nos arquivos do PCP do empreendimento estudado, selecionados de forma a representar os principais pacotes em execução no canteiro. Neste estudo, os pacotes existentes foram analisados quanto a sua compatibilidade com as premissas do sistema Last Planner, o qual serve como base para o desenvolvimento do presente trabalho, e também quanto a sua compatibilidade com o sistema de classificação proposto.

Os pacotes foram desmembrados nas duas facetas, processo e produto, e tiveram um código preliminar atribuído. Por outro lado, os pacotes que não foram compatíveis com o sistema serviram como base para as mudanças aplicadas na proposta de classificação, de forma a abranger todos os pacotes de trabalho utilizados.

6.3 RESULTADOS DO ESTUDO 1

Os resultados obtidos podem ser visualizados no Apêndice B. Algumas hipóteses de melhoria no modelo puderam ser identificadas, a partir de dificuldades encontradas na aplicação. O *Quadro 2* apresenta as dificuldades encontradas na representação e hipóteses sugeridas para a continuação deste trabalho.

Quadro 2 - Dificuldades e hipóteses de melhoria no primeiro estudo

Dificuldades na representação	Hipótese de melhoria no modelo
Pacotes que representam todas as posições em um certo nível hierárquico	Utilizar um indicador (por exemplo “**”) no lugar do código que referencie a todas as áreas do nível hierárquico. Exemplo: todos os pavimentos do poço do elevador da torre AC - **.04.01.01.00 (N.Z1.Z2.Z3.Z4)
Pacotes que não representam um processo controlado	Criação de um código específico que identifique um pacote avulso na faceta processo, para que este possa ser digitado no momento da montagem do plano de curto prazo
Pacotes com indicação de entrega parcial não bem definida (50%, iniciar)	Estes pacotes estão em desacordo com as diretrizes estabelecidas por (RIGHI, 2009), as quais são premissas deste trabalho. Sugere-se a representação de uma subdivisão das facetas processo ou produto que possa ser especificada de forma completa
Número insuficiente de algarismos para representação dos panos de fachada	Aumentar um algarismo em Z3 para poder representar todos os balancins da obra; uma segunda hipótese pode ser levantada: devido as torres possuírem o mesmo formato arquitetônico, pode-se gerar apenas um layout de distribuição dos panos que se repita em todas as torres, ao invés de uma numeração contínua para as quatro torres.
Falta de detalhamento da faceta processo	A faceta processo deve ser mais detalhada conforme todas as etapas representativas dos sistemas empregados no empreendimento
Pacotes que representam apenas uma etapa de um processo	Organizar e encadear a faceta processo de forma que os serviços sejam visualizados na ordem de sua execução e criar regra para que um certo sub-processo (P2 ou P3) represente todos os sub-processos envolvidos até a execução do mesmo
Pacotes que representam zonas em todos os níveis (poços de elevador, escadarias)	Às zonas comuns a todos os níveis da edificação (escadarias, poços de elevador) deve se reservar um código específico em Z3 de forma que mesmo suprimindo-se a informação de nível possa ser identificada sem ambiguidade
Pacotes que representam áreas mais detalhadas que as constantes na faceta produto	Criar regras para a complementação das possibilidades de sub-divisões das zonas e dos processos conforme a necessidade do usuário. Quando uma área é subdividida, a soma de suas subdivisões deve representar a área toda, de forma a manter a consistência das informações

(fonte: elaborado pelo autor)

6.4 SEGUNDO MODELO DE CLASSIFICAÇÃO

A partir dos resultados obtidos no Estudo 1, o modelo de classificação foi aprimorado incorporando não apenas as melhorias indicadas na seção anterior, mas também ajustando o sistema para que seu uso se tornasse mais intuitivo e simples. Foram feitos ajustes tanto na faceta processo quanto na faceta produto de forma que as informações nelas contidas fossem claras e úteis ao problema proposto. Isto resultou em uma segunda estrutura do modelo, a qual foi posteriormente através do desenvolvimento de uma planilha que auxiliou na análise dos resultados, como pode ser visto nas seções que seguem.

6.4.1 Faceta processo

Durante o desenvolvimento do Estudo 2 foi constatada a possibilidade de tratar a faceta processo em apenas dois níveis, mantendo a capacidade de representação do sistema conforme os pacotes de trabalho utilizados em obra. Esta alteração mantém a definição apresentada inicialmente, representando o processo (P1) como a composição de suas tarefas (P2). Porém, alguns processos pertencentes a um mesmo sistema construtivo precisaram ser divididos conforme sua execução no canteiro.

O processo de *drywall*, por exemplo, teve de ser dividido entre estrutura, plaqueamento e forro devido as diferentes composições de tarefas para cada serviço. A instalação da estrutura das paredes é considerada um processo completo pois, após a sua conclusão, são executadas as instalações hidrossanitárias e elétricas, para posteriormente ser executado o plaqueamento. O plaqueamento das paredes incorpora a instalação da estrutura e o plaqueamento do forro, antes de ser executado o tratamento das juntas com massa e fita. Nas áreas que contém apenas forro, como nas circulações, um processo específico apenas para a instalação da estrutura e plaqueamento do forro precisou ser especificado.

Esta mudança adiciona certa complexidade na definição da faceta processo, porém permite que os processos sejam representados de forma condizente com a sua execução, fazendo com que os itens de verificação sejam definidos de forma específica para cada serviço, sem que existam campos desnecessários de conferência.

6.4.2 Faceta produto

A faceta produto teve sua nomenclatura alterada de forma a melhorar a compreensão da ordem hierárquica do sistema de classificação. O primeiro código, chamado de bloco, é composto pelas quatro torres componentes do empreendimento e a implantação, formando assim a divisão fundamental do empreendimento. O segundo código corresponde ao pavimento em que o pacote de trabalho se refere, chamado de nível por se tratar das divisões horizontais do empreendimento. O terceiro código, chamado de zona, corresponde a primeira subdivisão dos blocos, sendo composta pelas asas e miolo no caso das torres e pelas diferentes periferias, no caso da implantação. Esta informação é dependente da informação do nível, devido ao fato das zonas apresentarem diferentes subdivisões nos níveis subsolo, térreo, tipo e cobertura. O quarto e último código representa a unidade básica de representação. Estão contidos nesta subdivisão a especificação dos apartamentos, shafts, salas técnicas, etc. Este campo possui relação com o nível e com as zonas.

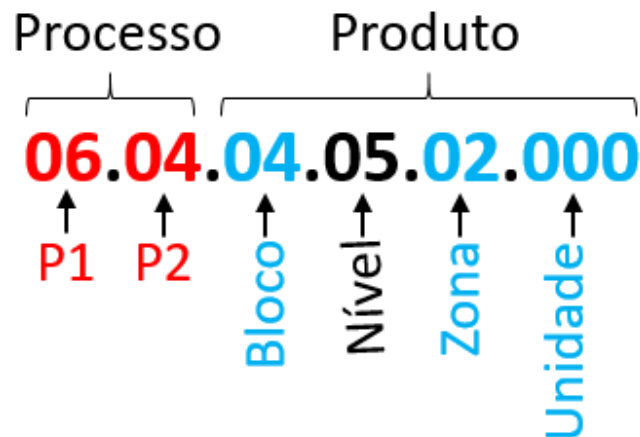
A decomposição da faceta produto em quatro níveis teve como objetivo manter a organização hierárquica das áreas do empreendimento. Assim, os pacotes de trabalho não precisam ser especificados apenas referenciando as unidades básicas, o que obrigaria as equipes a lidar com uma grande quantidade de informações, mas sim conforme as áreas mais abrangentes, como por exemplo um pavimento inteiro, ou conforme necessidades de planejamento ou da produção.

6.4.3 Estrutura do modelo de classificação

O código passou a ser composto por seis códigos ao invés de oito: cinco contendo dois algarismos e um contendo três algarismos. Esta alteração foi possível pois percebeu-se no Estudo 1 que poderiam ser suprimidos um código de cada faceta, sem comprometer a capacidade de representação necessária para os pacotes de trabalho do empreendimento. Para isso, as árvores de classificação de processos e produtos tiveram de ser alteradas para incorporar as unidades existentes nos níveis suprimidos.

As nomenclaturas dos campos referentes a faceta produto também foram alteradas, a fim de melhorar a compreensão da hierarquia, e a especificação de nível passou a ser representada após a indicação do bloco. O código indicador da unidade passou a ser representado por três dígitos de forma a incorporar o sistema de mapeamento das fachadas.

Figura 17 - Código de pacote de trabalho



(fonte: o autor)

6.4.4 Desenvolvimento de planilha para formulação dos pacotes

Utilizando o segundo sistema de classificação, foi criada uma planilha no software Microsoft Excel que aplica o sistema de classificação desenvolvido para a formulação dos pacotes de trabalho. Esta planilha teve como objetivo principal a formulação dos códigos referentes aos pacotes, e, como segundo objetivo, a aplicação de um modelo navegacional que facilitasse a navegação pelos modelos de processo e produto.

Para a criação da planilha foi criado um arquivo do software Microsoft Excel contendo três abas: duas planilhas auxiliares contendo os dados dos modelos, e uma planilha principal para a criação dos pacotes. Utilizando funções do software, os campos podem ser preenchidos na ordem do sistema de classificação através de caixas de seleção. As opções de cada campo são filtradas conforme a especificação do campo imediatamente anterior, de forma que as opções de seleção apresentadas sejam apenas aquelas contidas na área já especificada. Conforme são preenchidos os campos, o código é gerado buscando os dados dos modelos.

Figura 18 - Planilha para criação dos pacotes de trabalho

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
6	Processo	Sub-processo	Bloco	Nível	Zona	Unidade	P1	P2	B	N	Z	U
323	Drywall Placas aptos	Plaquear paredes	Torre AC	10º pav	Asa 3		12	01	04	10	04	000
324	Drywall Forro		Torre AC	5º pav			11	00	04	05	00	000
326	Pintura interna	Executar 1ª demão pintura	Torre AC	4º pav	Asa 1		13	05	04	04	02	000
327	Pintura interna	Executar 1ª demão pintura	Torre AC	4º pav	Asa 2		13	05	04	04	03	000
328	Pintura interna	Lixar	Torre AC	4º pav	Asa 3		13	04	04	04	04	000
329	Cerâmica		Torre AC	3º pav	xx	Circulação	08	00	04	03	**	007
330	Cerâmica	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 1		08	02	04	06	02	000
331	Cerâmica	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 2		08	02	04	06	03	000
332	Cerâmica	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 3		08	02	04	06	04	000
335							00	00	00	00	00	000

(fonte: própria do autor)

6.5 ESTUDO 2

O Estudo 2 consistiu na aplicação do sistema de classificação para a criação dos pacotes de trabalho utilizados no empreendimento analisado. Para isso, foram feitas análises de duas formas distintas: uma pela ótica do sistema de planejamento, analisando os pacotes de trabalho especificados nos documentos de planejamento de curto prazo, e outra do ponto de vista da produção, coletando pacotes de trabalho que estivessem em execução no canteiro.

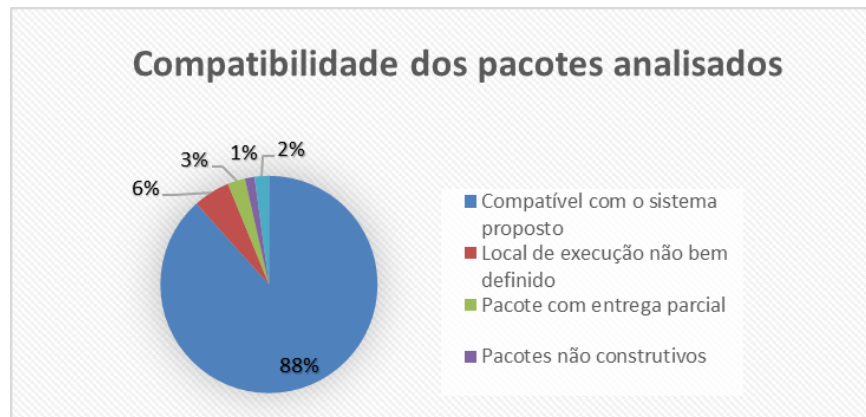
Para a análise dos pacotes de trabalho especificados no planejamento, foi utilizada a planilha fornecida pela empresa contendo o planejamento da semana de número oitenta e oito, referente as datas de 30 de outubro a 05 de novembro, com 427 pacotes de trabalho. Os pacotes foram cadastrados na planilha desenvolvida e sua compatibilidade foi analisada, sendo classificadas em grupos distintos.

As coletas de dados no canteiro foram realizadas durante duas semanas, entre as datas de 23 de outubro a 10 de novembro, uma coleta por dia, totalizando 10 coletas. Os dados eram anotados em uma planilha e, posteriormente, transcritos para a planilha desenvolvida. No total, foram coletados 160 pacotes de trabalho.

6.6 RESULTADOS DO ESTUDO 2

O gráfico a seguir (Figura 19) ilustra os resultados obtidos da análise de compatibilidade dos pacotes de trabalho do planejamento de curto prazo com o sistema proposto.

Figura 19 - Compatibilidade dos pacotes de trabalho analisados com o sistema de classificação proposto



(fonte: própria do autor)

Dos 427 pacotes de trabalho analisados, 88% apresentaram compatibilidade com o sistema proposto, ou seja, tiveram sua descrição transcrita para o formato de forma direta. 12% dos pacotes não foram compatíveis, sendo necessárias alterações para sua total compatibilidade. Os motivos se dividiram em local não bem definido (5%), entrega parcial (3%), descrição de dois serviços em um mesmo pacote (2%) e pacotes de serviço não produtivos (1%), que representam serviços como limpeza ou transporte de materiais, os quais não fazem parte do escopo deste trabalho.

Os pacotes que foram considerados como não possuindo local definido apresentavam informações como, por exemplo, “conforme for liberado”, fazendo referência a serviços predecessores que precisavam ser executados, liberando assim a execução do referido pacote, ou faziam referência ao empreendimento inteiro, sem definir uma área de controle. Os pacotes com entrega parcial possuíam em sua descrição um percentual a ser atingido, como por exemplo “50%” ou “25%”. Neste caso, não há uma definição clara de quais etapas eram necessárias serem realizadas para que tal porcentagem fosse atingida, deixando assim grande margem para diferentes interpretações entre os encarregados e operários. Os pacotes contendo dois serviços especificados pertenciam as instalações hidráulicas que tinham sua execução conjunta, porém, fazem parte de sistemas distintos, como instalações pluviais e de água. Para que o controle dos mesmos seja efetivo, estes pacotes devem ser especificados de forma única.

Percebe-se que os motivos de não compatibilidade dos pacotes de trabalho com o sistema de classificação poderiam ser solucionados caso fossem seguidas as recomendações de Ballard (2000) e Choo et al. (1998) para a definição dos mesmos. Estes autores salientam que uma correta especificação dos pacotes de trabalho é essencial para o bom desenvolvimento das atividades, de forma que não haja problemas de interpretação dos planos pela equipe de produção.

No estudo realizado coletando os pacotes de trabalho em execução no canteiro, foram identificados ajustes dos processos constantes no modelo para que se representasse de forma correta a ordem das tarefas a serem executadas. Após os ajustes, o sistema de classificação se mostrou inteiramente eficiente, classificando de forma coerente todos os pacotes de trabalho coletados, com seu devido grau de especificação. Os pacotes de trabalho analisados constam no Apêndice C.

6.6 DISCUSSÃO FINAL DOS RESULTADOS DOS ESTUDOS 1 E 2

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar a eficácia do modelo processo-produto no sentido de representar todos os pacotes de trabalho possíveis a serem executados no empreendimento estudado, de forma a apoiar a elaboração de aplicativos computacionais visando o controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações. Percebe-se que a falta de um sistema padronizado de classificação impede que as informações sejam corretamente coletadas e processadas pelos setores de produção e qualidade da empresa, dificultando a avaliação dos sistemas e a melhoria contínua. Além disso, classificar corretamente as informações é de fundamental importância para que se tenha acesso a informações confiáveis, para que as decisões sejam tomadas de forma mais coerente com a realidade.

Assim, o sistema proposto permite um ordenamento das informações de forma que os sistemas de planejamento e controle da produção e o sistema de gestão da qualidade sejam aplicados de forma flexível e confiável. Para isso, é preciso ter em mente que o caráter único de cada empreendimento influencia na definição do sistema de classificação. Apesar de utilizarem dos mesmos métodos de classificação, empreendimentos horizontais e verticais apresentariam

modelos de produto distintos. Assim como empreendimentos que utilizam diferentes métodos construtivos apresentariam modelos de processos diferentes.

A faceta processo deve ser desenvolvida de acordo com os processos construtivos da empresa visando obter os resultados definidos na concepção do produto, assegurando o correto ordenamento das tarefas a serem executadas para que se atinja certo resultado de trabalho. Esta forma de classificação permite que os pacotes de trabalho sejam definidos de forma mais flexível pelo planejamento dentro dos prazos em que se deseja controlar sua execução. Já a faceta produto deve possuir um caráter hierárquico, onde cada nível represente uma divisão completa de um nível imediatamente anterior. Dessa forma, o processo tanto de planejamento quanto de controle se torna mais simples, podendo-se especificar as informações conforme o grau de detalhamento necessário.

É preciso ressaltar que os processos devem ser definidos de forma mais específica possível. Por exemplo, a colocação de revestimento cerâmico em apartamentos inclui os azulejos (nas áreas molhadas), o piso e o rejunte. Já o revestimento cerâmico em áreas de circulação consiste apenas na colocação do piso e posteriormente o rejunte. Portanto, para esses dois serviços, devem existir dois processos separados, contendo apenas as tarefas necessárias para cada um deles. Para que isso ocorra, é necessário que os sistemas de conferências não sejam únicos por sistema construtivo, mas sim feitos de forma específica para cada aplicação, podendo ser ligados a um mesmo procedimento executivo.

Portanto, a partir dos resultados obtidos no Estudo 2, pode-se afirmar que os modelos de processo e produto são capazes de representar todos os pacotes de trabalho do empreendimento, podendo também definir os lotes de conferência do sistema de gestão da qualidade, fazendo assim com que o indicador PPC possa ser estendidos, considerando também a qualidade do serviço executado, conforme propôs Sukster (2005). Esses indicadores são o PPCQ (Porcentual de Pacotes Concluídos com Qualidade) e o PPCR (Porcentual de Pacotes Concluídos Real).

7 PROPOSTA DE MODELAGEM

A partir do sistema de classificação proposto nos capítulos anteriores, foi desenvolvido um modelo de dados com o objetivo de iniciar o processo de desenvolvimento de um software que utilize o sistema proposto para o empreendimento de estudo. A partir deste modelo, é criada a base de dados que armazena as informações do software, a qual tem fundamental importância para o bom funcionamento do sistema e para a consistência dos dados.

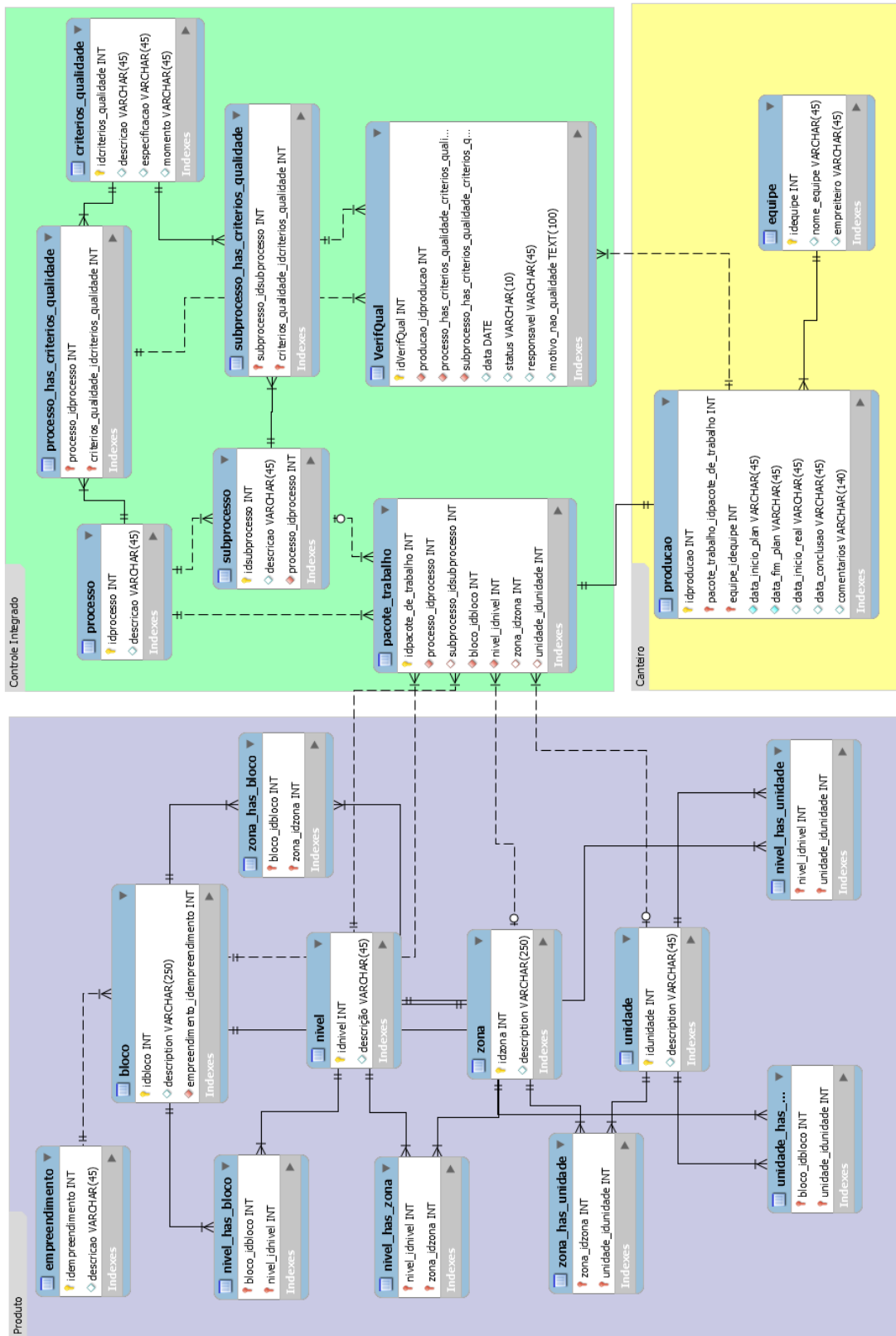
A modelagem de dados foi feita através de três módulos integrados: “Produto”, “Controle Integrado” e “Canteiro”. O diagrama ERD que representa o modelo foi desenvolvido utilizando o software MySQL Workbench, e é apresentado na Figura 20. Por motivos de visualização, seus módulos serão comentados separadamente ao longo das sessões que seguem.

7.1 MÓDULO PRODUTO

O módulo Produto é composto por quatro entidades fortes que representam os elementos do modelo de produto: “bloco”, “nível”, “zona” e “unidade”. As relações entre estas entidades são definidas através de seis entidades fracas, “nivel_has_bloco”, “nivel_has_zona”, “zona_has_unidade”, “zona_has_bloco”, “nivel_has_unidade” e “unidade_has_bloco”, resultantes das relações muitos-para-muitos entre as entidades que definem o modelo. Essas entidades são responsáveis por manter a coerência do modelo, servindo como referência para que apenas instâncias associadas sejam especificadas nos pacotes de trabalho. Também servem como guias de navegação através do modelo, possibilitando que a ordem de especificação do produto seja feita a partir de qualquer ponto.

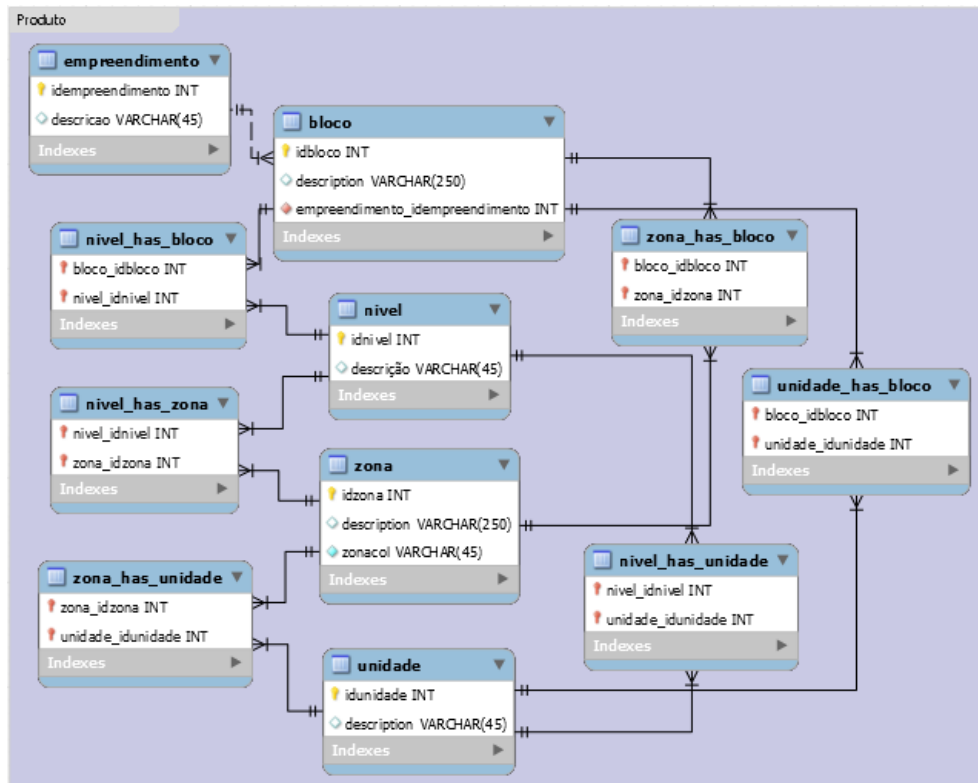
Este módulo deve ser desenvolvido após a definição do empreendimento, de forma que as entidades representem todos os elementos do produto e suas ligações. Portanto, diferentes empreendimentos terão diferentes modelos de produto e, assim, diferentes entidades e relacionamentos, tornando o banco de dados único para cada empreendimento.

Figura 20 - Diagrama DER



(fonte: própria do autor)

Figura 21 - Módulo Produto



(fonte: própria do autor)

As entidades fracas que armazenam as ligações não possuem chave primária, pois são identificadas através das chaves estrangeiras das tabelas que estão sendo ligadas. Já as entidades do modelo devem possuir chave primária conforme os códigos atribuídos aos elementos na definição do sistema de classificação.

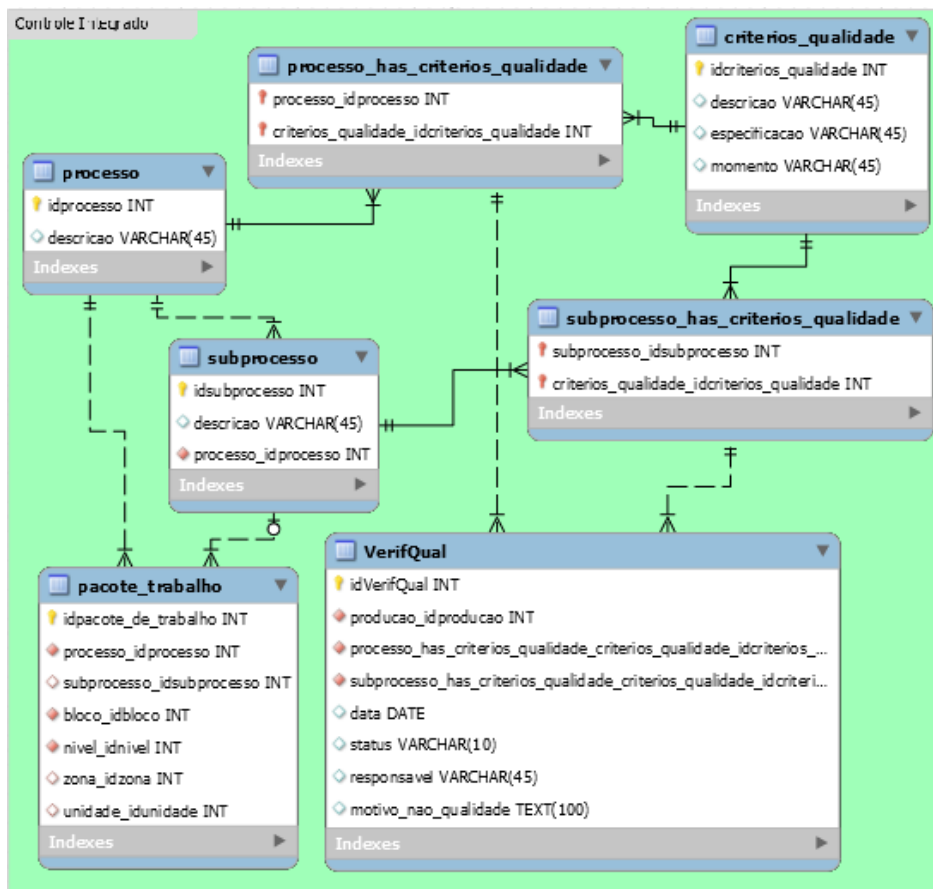
7.2 MÓDULO CONTROLE INTEGRADO

No módulo Controle Integrado são armazenados os pacotes de trabalho, o modelo de processos, os critérios de qualidade ligados a cada processo e subprocesso, e as verificações de qualidade dos pacotes de trabalho que estão sendo produzidos. As entidades deste módulo são “pacote_trabalho”, “processo”, “subprocesso”, “critérios_qualidade”, “processo_has_critérios_qualidade”, “subprocesso_has_critérios_qualidade” e “VerifQual”.

A entidade “pacote_trabalho” armazena os pacotes de trabalho disponibilizados para a produção a partir das reuniões de médio prazo. Ou seja, quando um pacote de trabalho tem suas restrições removidas, deve ser armazenado de forma a ficar disponível para que o engenheiro

da obra faça a programação do pacote no planejamento de curto prazo. Essa forma elimina a necessidade de tomada de decisões no momento do planejamento apenas pelo engenheiro, criando uma lista em que apenas pacotes que estejam disponíveis e com as restrições removidas possam ser programados, evitando erros humanos. Também ajuda a reduzir o tempo despendido para preencher as informações, possibilitando que os pacotes sejam apenas atribuídos as equipes na reunião de planejamento.

Figura 22 - Módulo Controle Integrado



(fonte: própria do autor)

As entidades “processo” e “subprocesso” armazenam as informações do modelo de processo conforme o sistema de classificação testado. Essas duas entidades estão relacionadas de forma direta, sendo que para cada subprocesso, deve haver apenas um processo, porém, um processo estará ligado a diversos subprocessos. Ligada a estas duas entidades através de duas tabelas de ligação, a entidade “criterios_qualidade” define os critérios de qualidade que devem ser

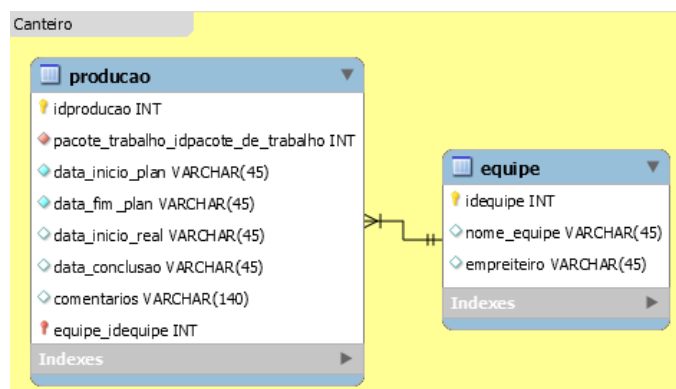
verificados nas verificações de qualidade de cada pacote de trabalho durante a execução. As instâncias dessa tabela devem possuir a informação do momento em que os critérios devem ser verificados, podendo diferencia-los por condição de início, durante a execução ou após a conclusão. Isso permite que o software identifique ao usuário em que momento devem ser feitas as verificações.

A entidade “VerifQual” armazena as verificações da qualidade de todos os pacotes de trabalho constantes no planejamento semanal. Devem ser feitas tantas verificações quanto existam critérios de qualidade ligados ao processo e aos subprocessos dos pacotes de trabalho em produção. Caso o status da verificação seja “Reprovado”, o atributo “motivo_ao_qualidade” deve ser preenchido descrevendo o motivo da reprovação.

7.3 MÓDULO CANTEIRO

O módulo Canteiro representa o planejamento de curto prazo, onde os pacotes de trabalho disponíveis são designados a uma equipe, e são definidas as suas datas de início e fim planejadas. Este módulo contém apenas duas entidades: “produção”, que representa os pacotes de trabalho programados e “equipe”, que armazena as equipes de produção da obra.

Figura 23 - Módulo Canteiro



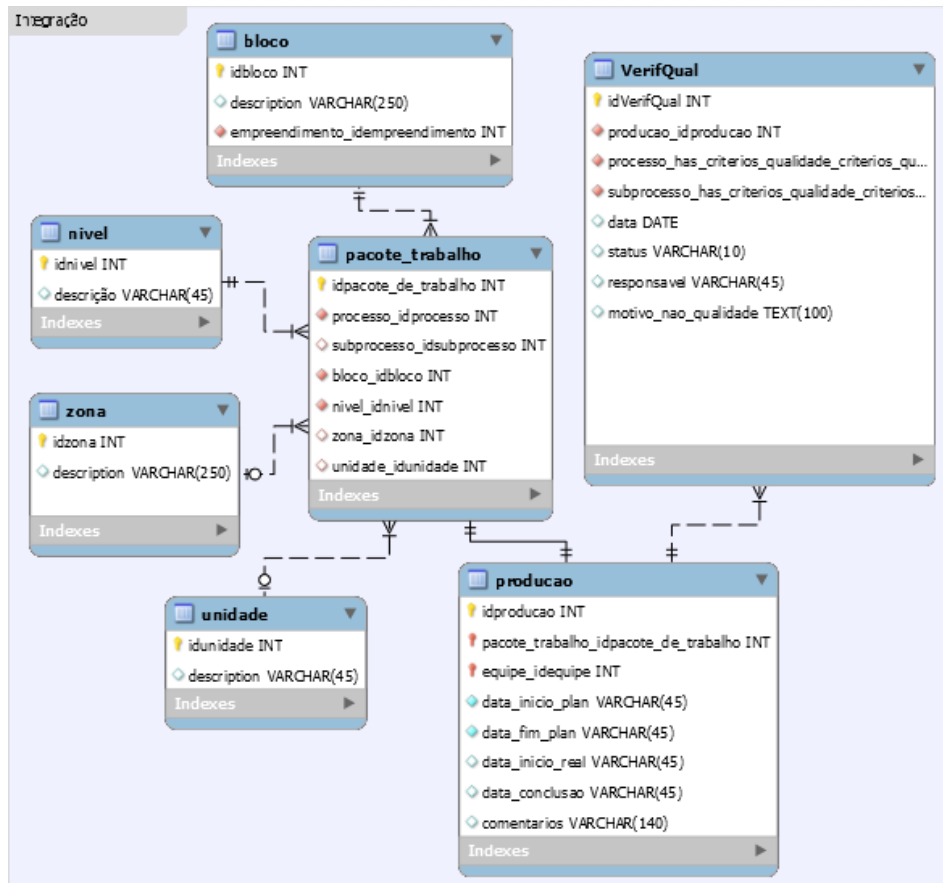
(fonte: própria do autor)

7.4 INTEGRAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS

A integração entre os três módulos é realizada através da ligação das entidades que representam o modelo de produto, as entidades “pacote_trabalho” e “VerifQual” do módulo Controle

Integrado, e a entidade “produção”, do módulo Canteiro. Essas ligações são mostradas na Figura 24.

Figura 24 - Integração entre os módulos



(fonte: própria do autor)

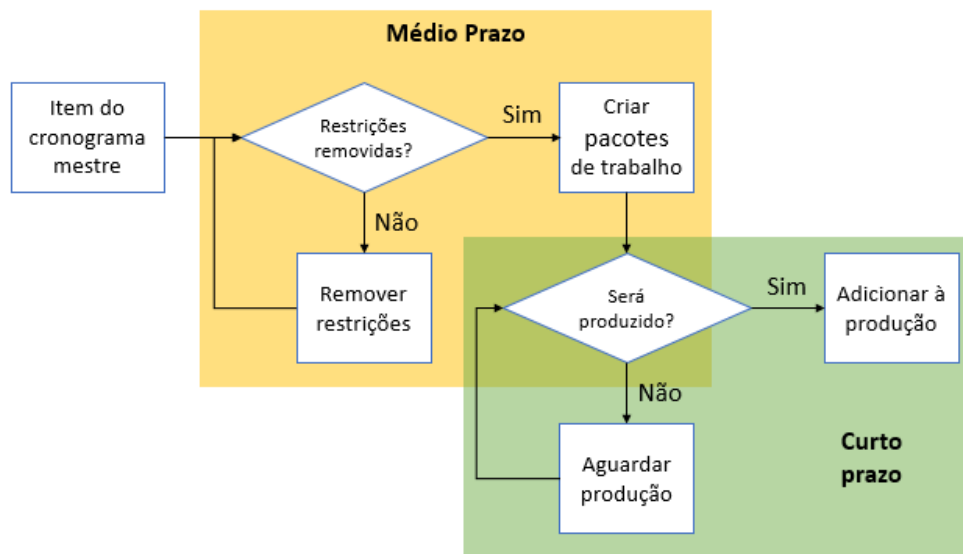
A entidade “pacote_trabalho” do módulo Controle Integrado é a principal entidade do modelo, pois é nela que serão criados e armazenados os pacotes de trabalho que posteriormente serão designados às equipes no planejamento de curto prazo para a sua produção. As entidades “bloco”, “nivel”, “zona” e “unidade” estão ligadas por relações um-para-muitos à entidade “pacote_trabalho” pois cada pacote de trabalho deve especificar apenas um elemento de cada tabela de produto, porém, cada elemento pode estar relacionado a vários pacotes de trabalho.

A entidade “producao” armazena os pacotes de trabalho que constam no plano de curto prazo, ou seja, que devem ser produzidos pela equipe a qual foi designado dentro das datas estipuladas. A partir dessa entidade, são geradas as verificações da qualidade de acordo com os processos e

subprocessos especificados. Portanto, a entidade “VerifQual” está ligada a “producao” através de uma ligação um-para-muitos, já que um item da produção pode conter vários itens de verificação.

A Figura 25 apresenta o fluxo dos pacotes de trabalho dentro do modelo, de acordo com a dimensão horizontal de planejamento do sistema *Last Planner*.

Figura 25 - Fluxograma dos pacotes de trabalho



(fonte: própria do autor)

A criação de um pacote de trabalho no sistema representa a disponibilidade dos seus recursos para a produção a partir do plano de médio prazo, facilitando o processo de planejamento de curto prazo e mantendo a consistência do *Last Planner*. Além disso, os pacotes de trabalho podem ser criados de forma genérica, não sendo criados exatamente como serão utilizados no planejamento de curto prazo, pois o sistema de classificação permite que sejam feitas alterações em seu nível de detalhamento posteriormente a sua criação. Por exemplo, no plano de médio prazo, o pacote de trabalho de alvenaria pode ser criado apenas especificando em qual bloco e qual pavimento será executando. Caso seja necessário programar apenas uma parte deste pacote, através do código estabelecido no sistema de classificação, é possível expandir este pacote nas diferentes zonas contidas no referido pavimento, podendo assim ser programado separadamente. Da mesma forma, caso não se deseje que o processo todo seja executado, pode-se expandir o processo alvenaria em seus subprocessos e programá-los separadamente.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento do uso da tecnologia da informação na indústria da construção tem proporcionado melhorias em diversos contextos e se mostra um caminho evolutivo promissor para que essa indústria alcance os resultados obtidos em outras áreas. A tecnologia BIM tem sido amplamente estudada e a sua aplicação avaliada de diferentes formas, porém ainda muito ligada a modelagem através de recursos gráficos, como a modelagem em 3D ou 4D. Neste trabalho buscou-se explorar a modelagem a partir de um diferente ponto de vista, tratando o modelo como uma forma estruturada de informação, para que assim, a tecnologia BIM também esteja disponível no canteiro de obras através dos equipamentos já existentes, aproximando a sua utilização de forma mais realista as possibilidades da indústria. O crescente acesso a dispositivos móveis também tem se mostrado uma área promissora, já que praticamente elimina a necessidade da já não existente infraestrutura computacional nos canteiros através do uso de redes móveis, que tem se tornado mais acessíveis a cada ano.

A integração entre os sistemas de gestão da qualidade e do planejamento e controle da produção é tido como de fundamental importância para que se diminua as perdas existentes na indústria da construção, que atingem os patamares mais altos se comparados a outras indústrias e causam grandes impactos ambientais em todos os aspectos, além de causarem grandes perdas financeiras as empresas.

Dito isto, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a eficácia do modelo processo-produto no sentido de representar todos os pacotes de trabalho possíveis a serem executados no empreendimento estudado, de forma a apoiar a elaboração de aplicativos computacionais visando o controle integrado da qualidade e da produção em empreendimentos de edificações.

Portanto, pode-se concluir que o sistema de classificação proposto se mostrou eficiente na definição do escopo de trabalho designado às equipes de produção, no sentido de que foi capaz de representar praticamente todos os pacotes de trabalho avaliados, criando ainda flexibilidade em sua definição através do encadeamento das informações dos modelos, possibilitando a

subdivisão das especificações em partes menores, facilitando a criação e troca das informações entre os envolvidos.

Os lotes de conferência do sistema de gestão da qualidade também foram bem definidos através do sistema de classificação proposto, já que as informações constantes no modelo de processo podem especificar de forma clara as informações necessárias para as análises em canteiro, como os critérios que devem ser avaliados em cada etapa do processo. Para isso, é preciso que o modelo de processo seja especificado de forma precisa para cada serviço, não podendo agrupá-los apenas pelo seu procedimento executivo.

A modelagem dos dados apresentada teve como objetivo definir o banco de dados a ser utilizado e dar início ao desenvolvimento de um software que utilize a classificação proposta para o uso no canteiro de obras. Percebeu-se durante seu desenvolvimento que diferentes empreendimentos implicam em diferentes bancos de dados, tornando a modelagem específica para um tipo de empreendimento. Isso cria dificuldades comerciais para tal software, já que o módulo de Produto precisa ser modelado de acordo com o projeto específico do empreendimento, de forma a se atingir a confiabilidade e navegabilidade que possibilitem seu uso.

Ainda, foram percebidas diversas possibilidades de expansão do banco de dados de forma a se adicionar funcionalidades que colaborem com os objetivos de integração almejados, como o controle de projetos, possibilitando que os usuários tenham acesso a eles diretamente através das informações constantes na especificação dos pacotes de trabalho. Também, o controle de materiais pode ser adicionado, especificando quantitativos aos pacotes de trabalho. Desta forma, os controles de estoque de materiais poderiam ser feitos de forma integrada aos controles de produção, diminuindo as possibilidades de erros referentes a necessidades de controle direto por funcionários e sistemas de controle isolados.

Para trabalhos futuros, sugere-se a utilização da modelagem proposta para o desenvolvimento de um software de controle que utilize tecnologia móvel para uso em canteiros de obras, avaliando a facilidade de acesso aos dados por todos os usuários.

REFERÊNCIAS

- AHSAN, Shabbir et al. Mobile Technologies for Improved Collaboration on Construction Sites Mobile Technologies for Improved Collaboration on Construction Sites. **Architectural and Design Management**, [s. l.], v. 2007, n. October, p. 257–272, 2007.
- AMORIM, S. L. R.; PEIXOTO, L. Classificação e terminologia para a construção. In: **Coletânea Habitare**. [s.l: s.n.]. v. 6.
- ASSOCIAÇÃO, Abnt. NBR ISO 9000 Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. [s. l.], 2000. Disponível em: <<http://www.standardconsultoria.com/f/files/814048ce04d8cdfe2b1ba9438be31009791895463.pdf>>
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 124, n. 1, p. 11–17, 1998.
- BALLARD, H. G.; HOWELL, G. A. Stabilizing Work Flow. **Proceedings of the 2nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, [s. l.], 1994.
- BALLARD, H. G.; HOWELL, G. A. **Can Project Controls Do Its Job? Time**, 1996.
- BALLARD, Hermann Glenn. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. University of Birmingham, [s. l.], 2000.
- BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade Total. Padronização de Empresas**. 3ª ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- CHOO, Hyun Jeong et al. WorkPlan: Database for Work Package Production Scheduling. **Proc. Sixth Annl. Conf. of the Intl. Group for Lean Construction**, [s. l.], p. 13–15, 1998.
- FERREIRA, Rodrigo Maierhofer. Proposição de melhorias em softwares utilizados para a aplicação da sistemática last planner no planejamento e controle da produção nos níveis de curto e médio prazos. **Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil), UFRGS**, [s. l.], 2010.
- FIREMAN, M. Proposta de método de controle integrado produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por making-do e retrabalho. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], p. 208, 2012.
- FORMOSO, Carlos Torres. A knowledge based framework for planning house building projects. [s. l.], n. February, p. 327, 1991. Disponível em: <<http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/1664566.pdf>>

FORMOSO, Carlos Torres. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. ... **em Engenharia Civil, ...**, [s. l.], p. 12, 1996. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/perdas.pdf>>

KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. **Center for Integrated Facility Engineering**, Salford, p. 1–81, 1992.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 243–266, 1987.

LAUFER, Alexander. Essentials of project planning: owner’s perspective. [s. l.], v. 6, n. 2, p. 162–176, 1990.

LEÃO, Cibeli Ferrando. Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], p. 109–124, 2014.

LEÃO, Cibeli Ferrando; ISATTO, Eduardo Luis; FORMOSO, Carlos Torres. Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], p. 109–124, 2014.

MAROSSZEKY, Marton; THOMAS, Randolph. Quality management tools for lean production-moving from enforcement to empowerment. **10th Annual Conference - International Group for Lean Construction (IGLC-10)**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 1–13, 2002.

MOURA, Camile Borges. Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], 2008.

OHASHI, Eduardo A. M.; MELHADO, Silvio B. A Importância Dos Indicadores De Desempenho Nas Empresas Construtoras E Incorporadoras Com Certificação Iso 9001 : 2000. **ENTAC**, [s. l.], p. 12, 2004.

OMNICLASS. Introduction and User’s Guide. Washington, p. 29, 2006. Disponível em: <http://www.omniclass.org/tables/OmniClass_Main_Intro_2006-03-28.pdf>

PEREIRA, Ricardo. Sistemas de classificação na construção: Síntese comparada de métodos. **Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto**, [s. l.], p. 1–149, 2013.

PICCHI, Flávio Augusto; AGOPYAN, Vhan. Sistemas de qualidade na construção de edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - BT/PCC/104**, [s. l.], p. 15, 1993.

RECK, Raquel Hoffmann. Aplicação do índice de boas práticas de planejamento em empresas contrutoras da região metropolitana de porto alegre. **Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil), UFRGS**, [s. l.], p. 94, 2010.

RECK, Raquel Hoffmann. Proposta de Método para Integração da Simulação de Eventos Discretos e Visualização BIM 4D no Projeto do Sistema de Produção. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], 2013.

REINHARDT, Jan; AKINCI, Burcu; JR., James H.Garrett. Navigational Models for Computer Supported Project Management Tasks on Construction Sites. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 281–290, 2004.

REINHARDT, Jan; JR., James H.Garrett; AKINCI, Burcu. Framework for Providing Customized Data Representations for Effective and Efficient Interaction with Mobile Computing Solutions on Construction Sites. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 109–118, 2005.

RIGHI, Mariana De Moraes. Sistema de Controle da Qualidade e Planejamento de Curto Prazo na Construção Civil: integração e compartilhamento de informações. **Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – UFRGS**, [s. l.], n. 1, p. 73, 2009.

RIGHI, Mariana De Moraes; ISATTO, Eduardo L. Sistema De Controle Da Qualidade E Planejamento De Curto Prazo Na Construção Civil: Integração E Compartilhamento De Informações. **7º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, [s. l.], n. 1, p. 10, 2011.

ROCHA, Gabriela Sitja. Proposta de Refinamento de Modelo de Controle Integrado da Produção e Qualidade com o uso de Dispositivos Móveis. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], p. 179, 2015.

SCHENATTO, Renan Thomaz. Building Information Modeling: Classificação De Informação Da Construção Para O Planejamento E Controle Da Produção. **Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – UFRGS**, [s. l.], 2015.

STUMPF, Annette L. et al. Object-Oriented Model for Integrating Construction Product and Process Information. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s. l.], v. 10, n. 1992, p. 204–212, 1996. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0887-3801\(1996\)10:3\(204\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0887-3801(1996)10:3(204))>

SUKSTER, Roberto. A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], p. 156, 2005.

TRISTÃO, Ana Maria Delazari; FACHIN, Gleisy Regina Bóries; ALARCON, Orestes Estevam. Sistema de classificação facetada e tesouros: instrumentos para organização do conhecimento. **Ciência da Informação**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 161–171, 2004. Disponível em: <<http://ridi.ibict.br/handle/123456789/350>>

VIANA, Daniela Dietz. Compreensão do sistema Last Planner de controle da produção segundo a Perspectiva da Linguagem-Ação. **Dissertação de Pós Graduação Engenharia Civil UFRGS**, [s. l.], 2011.

APÊNDICE A – Faceta Produto – Estudo 1

Nível	
**	**
Subsolo	00
Térreo	01
2º pav	02
3º pav	03
4º pav	04
5º pav	05
6º pav	06
7º pav	07
8º pav	08
9º pav	09
10º pav	10
11º pav	11
12º pav	12
13º pav	13
14º pav	14
Cobertura	15

Z1
1 Implantação
2 Torre AA
3 Torre AB
4 Torre AC
5 Torre AD

Z1	Z2
Implantação	1 Periferia 17
	2 Periferia 18
	3 Periferia 19
	4 Periferia 20
	5 Periferia 21
	6 Periferia 22
	7 Periferia 23
	8 Periferia 24
	9 Periferia 25
	10 Periferia 26
Torres	1 Miolo
	2 Asa 1
	3 Asa 2
	4 Asa 3
	5 Fachada

N	Z2	Z3
Subsolo	Miolo	1 Poços elevadores
		2 Shaft Esquerda
		3 Shaft Direita
		4 Reservatório 1
		5 Reservatório 2
		6 Escadaria
		7 Circulação
Térreo	Miolo	1 Poços elevadores
		2 Shaft Esquerda
		3 Shaft Direita
		4 Escadaria
		5 Circulação
		6 Gerador
	Asa 1	1 Espaço Gourmet
		2 Pressurização esc
		3 Pilotis
	Asa 2	1 Salão de festas
		2 Pilotis
	Asa 3	1 Sala multiuso
		2 Depósito de lixo
3 Serviço		
4 Pressurização esc		
5 Pilotis		
Fachada	1 Balancim 1	
	2 Balancim 2	
	3 Balancim 3	

N	Z2	Z3
Tipo	Miolo	1 Poços elevadores
		2 Shaft Esquerda
		3 Shaft Direita
		4 Escadaria
		5 Circulação
		6 Shaft elétrica
	Asa 1	1 Apto 205
		2 Apto 206
		3 Apto 207
		4 Apto 208
		5 Circulação
		6 Shaft gás
		7 Shaft hidráulico
	Asa 2	1 Apto 201
		2 Apto 202
		3 Apto 203
		4 Apto 204
		5 Circulação
		6 Shaft gás
		7 Shaft hidráulico
	Asa 3	1 Apto 209
2 Apto 210		
3 Apto 211		
4 Apto 212		
5 Circulação		
6 Shaft gás		
7 Shaft hidráulico		
Fachada	1 Balancim 1	
	2 Balancim 2	
	3 Balancim 3	

N	Z2	Z3
14º pav	Miolo	1 Poços elevadores
		2 Shaft Esquerda
		3 Shaft Direita
		4 Escadaria
		5 Circulação
		6 Shaft elétrica
	Asa 1	1 Reservatório A
		2 Reservatório B
		3 Espaço Gourmet
		4 Lavabos
		5 Terraço
	Asa 2	1 Reservatório C
		2 Reservatório D
		3 Fitness
		4 Terraço
	Asa 3	1 Reservatório E
		2 Reservatório F
		3 Boilers
4 Vestiário Masc		
5 Vestiário Fem		
6 Terraço		
Fachada	1 Balancim 1	
	2 Balancim 2	
	3 Balancim 3	

Z4
1 Elevador 1
2 Elevador 2
3 Elevador 3

APÊNDICE B – Resultados do Estudo 1

Plano de curto prazo real			Testes				
	Atividade	Local	Processo	Produto	P1.P2.P3	N1.Z1.Z2.Z3.Z4	Tipo
1	Conclusão das conferências das portas	AD	Montar forma das vigas	Torre AD	03.04.00.	** .05.00.00.00	Retrabalho
2	Acompanhamento das quebras da Fachada	AD	Preparar	Torre AD	02.01.00.	** .05.05.00.00	Retrabalho
3	Acabamento das linhas de vida	AD	Acabamento buracos das linhas de vida	Torre AD	00.00.00.	** .05.00.00.00	Avulso
4	Conclusão das conferências das portas	AB	Montar forma das vigas	Torre AB	03.04.00.	** .03.00.00.00	Retrabalho
5	Acompanhamento das quebras da Fachada	AB	Preparar	Torre AB	02.01.00.	** .03.05.00.00	Retrabalho
6	Acabamento das linhas de vida	AB	Acabamento buracos das linhas de vida	Torre AB	00.00.00.	** .03.00.00.00	Avulso
7	Encunhamento 14º pav	AA	Fixar	14º pav; Torre AA	04.05.00.	14.02.00.00.00	Comum
8	Encunhamento 13º pav	AC	Fixar	13º pav; Torre AA	04.05.00.	13.02.00.00.00	Comum
9	Colunas 14º pav	AB	Instalar colunas	14º pav; Torre AB	06.03.00.	14.03.00.00.00	Comum

10	Chumbamento dos ralos no terraço ASA 3	AB	Chumbar passagens	14º pav; torre AB; Asa 3; Terraço	06.05.01	14.03.04.06.00	Comum
11	Chumbamento dos ralos no terraço ASA 2	AB	Chumbar passagens	14º pav; torre AB; Asa 2; Terraço	06.05.01	14.03.03.06.00	Comum
12	Esgoto 3º pav	AB	Instalar rede de esgoto	3º pav; Torre AB	06.05.00.	03.03.00.00.00	Comum
13	Esgoto 4º pav - 50%	AB	Instalar rede de esgoto	4º pav; Torre AB	06.05.00.	04.03.00.00.00	Parcial (50%)
14	Instalações hidráulicas em drywall 3º pav	AB	Instalar tubulação em drywall	3º pav; Torre AB	06.01.00	04.03.00.00.00	Comum
15	Barriletes 4º pav	AC	Instalar rede de água	4º pav; Torre AC	06.04.00.	04.04.00.00.00	Comum
16	Barriletes 5º pav ASA 1	AC	Instalar rede de água	5º pav; Torre AC; Asa 1	06.04.00.	05.04.02.00.00	Comum
17	Barriletes 5º pav ASA 2	AC	Instalar rede de água	5º pav; Torre AC; Asa 2	06.04.00.	05.04.03.00.00	Comum
18	Barriletes 5º pav ASA 3	AC	Instalar rede de água	5º pav; Torre AC; Asa 2	06.04.00.	05.04.04.00.00	Comum
19	Barriletes 13º pav	AD	Instalar rede de água	13º pav; Torre AD	06.04.00.	13.05.00.00.00	Comum
20	Barriletes 12º pav ASA 1	AD	Instalar rede de água	12º pav; Torre AD; Asa 1	06.04.00.	12.05.02.00.00	Comum
21	Barriletes 12º pav ASA 2	AD	Instalar rede de água	12º pav; Torre AD; Asa 2	06.04.00.	12.05.03.00.00	Comum
22	Barriletes 12º pav ASA 3	AD	Instalar rede de água	12º pav; Torre AD; Asa 2	06.04.00.	12.05.04.00.00	Comum

23	Esgoto 3º pav	AD	Instalar rede de esgoto	3º pav; Torre AD	06.05.00.	03.05.00.00.00	Comum
24	Forma dos Pilares da Periferia 20 - Parte 02	Imp	Montar forma dos pilares	Subsolo; Periferia 20	03.03.00	00.01.04.00.00	Comum
25	Desforma das tampas dos reservatórios ASA 1	AC	Desformar	Cobertura; Torre AC; Asa 1	03.11.00.	15.04.02.00.00	Comum
26	Desforma das tampas dos reservatórios ASA 2	AC	Desformar	Cobertura; Torre AC; Asa 2	03.11.00.	15.04.03.00.00	Comum
27	Desforma das tampas dos reservatórios ASA 3	AC	Desformar	Cobertura; Torre AC; Asa 3	03.11.00.	15.04.04.00.00	Comum
28	Limpeza das desformas	AC					Comum
29	Caixas elétricas em alvenaria 14º pav	AA	Embutidas em alvenaria	14º pav; Torre AA	05.01.00.	14.02.00.00.00	Comum
30	Tubulação e caixas drywall 4º pav	AB	Embutidas em drywall	4º pav; Torre AB	05.02.00.	04.03.00.00.00	Comum
31	Fiação do 2º pav	AB	Fiação	2º pav; Torre AB	05.04.00.	02.03.00.00.00	Comum
32	Fiação do 3º pav - 50%	AB	Fiação	3º pav; Torre AB	05.04.00.	03.03.00.00.00	Parcial (50%)
33	Arremates da alvenaria	AB					Comum

34	Chumbamento de contramarco 8º pav	AC					Comum
35	Chumbamento de contramarco 9º pav	AC					Comum
36	Alvenaria 14º pav ASA 1	AD	Elevar alvenaria	14º pav; Torre AD; Asa 1	04.05.00	14.05.02.00.00	Comum
37	Alvenaria 14º pav ASA 2	AD	Elevar alvenaria	14º pav; Torre AD; Asa 2	04.05.00	14.05.03.00.00	Comum
38	Alvenaria 14º pav ASA 3	AD	Elevar alvenaria	14º pav; Torre AD; Asa 3	04.05.00	14.05.04.00.00	Comum
39	Alvenaria 14º pav MIOLO	AD	Elevar alvenaria	14º pav; Torre AD; Miolo	04.05.00	14.05.01.00.00	Comum
40	Encunhamento da escadaria - 100%	AD	Fixar	Torre AD; Miolo; Escadaria	04.06.00	** .05.01.04.00	Comum
41	Marcação da linha de gás no teto 12º pav	AD					Comum
42	Marcação da linha de gás no teto 13º pav	AD					Comum
43	Acabamento do poço do elevador 1	AD	Feltrar	Torre AD; Elevador 1	01.05.00.	** .05.01.01.01	Comum

44	Quebrar lajes do poço do elevador 3	AB	Quebra lajes	Torre AB; Elevador 3	00.00.00.	** .03.01.01.03	Comum
45	Arremates traçado do gás (8º Pav / 7º Pav)	AD					Comum
46	Contramarco 14º pav	AB	Instalar Contramarco	14º pav; Torre AB	13.00.00	14.03.00.00.00	Comum
47	Contramarco térreo pav	AB	Instalar Contramarco	Térreo; Torre AB	13.00.00	01.03.00.00.00	Comum
48	Balancim 130 - Concluir reboco	AD	Rebocar	Torre AD; Balancim 130	02.04.00	** .05.05.130.00	Comum
49	Balancim 131 - Concluir reboco	AD	Rebocar	Torre AD; Balancim 131	02.04.00	** .05.05.131.00	Comum
50	Balancim 139 - Concluir reboco	AD	Rebocar	Torre AD; Balancim 139	02.04.00	** .05.05.139.00	Comum
51	Balancim 140 - Concluir reboco	AD	Rebocar	Torre AD; Balancim 140	02.04.00	** .05.05.140.00	Comum
52	Marcação e colocação de guias 13º pav	AA	Posicionar guias	13º pav; Torre AA	10.01.01	13.02.00.00.00	Comum
53	Estrutura de drywall 2º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	2º pav; Torre AA	10.01.00.	02.02.00.00.00	Comum
54	Estrutura de drywall 3º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	3º pav; Torre AA	10.01.00.	03.02.00.00.00	Comum

55	Estrutura de drywall 4º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	4º pav; Torre AA	10.01.00.	04.02.00.00.00	Comum
56	Estrutura de drywall 5º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	5º pav; Torre AA	10.01.00.	05.02.00.00.00	Comum
57	Estrutura de drywall 6º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	6º pav; Torre AA	10.01.00.	06.02.00.00.00	Comum
58	Estrutura de drywall 7º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	7º pav; Torre AA	10.01.00.	07.02.00.00.00	Comum
59	Estrutura de drywall 8º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	8º pav; Torre AA	10.01.00.	08.02.00.00.00	Comum
60	Estrutura de drywall 9º pav - Concluir	AA	Instalar estrutura drywall	9º pav; Torre AA	10.01.00.	09.02.00.00.00	Comum
61	Preparação terraço ASA 3	AB	Preparar para impermeabilização	14º pav; torre AB; Asa 3; Terraço	09.01.00	14.03.04.06.00	Comum
62	Preparação terraço ASA 1	AB	Impermeabilizar	14º pav; torre AB; Asa 1; Terraço	09.01.00	14.03.02.06.00	Comum
63	Proteção mecânica periferia 20	Imp	Executar proteção mecânica	Térreo; Imp; Periferia 20	09.04.00	01.01.04.00.00	Comum
64	Proteção mecânica periferia 18	Imp	Executar proteção mecânica	Térreo; Imp; Periferia 18	09.04.00	01.01.02.00.00	Comum

APÊNDICE C – Faceta Produto – Estudo 2

Nível		Zona [Z]		Unidade [U]		Unidade [U]		Unidade [U]	
				N	Z	N	Z	N	Z
**	**	Periferia 17	01	Elevador 1	001	Elevador 1	001	Elevador 1	001
Subsolo	00	Periferia 18	02	Elevador 2	002	Elevador 2	002	Elevador 2	002
Térreo	01	Periferia 19	03	Elevador 3	003	Elevador 3	003	Elevador 3	003
2º pav	02	Periferia 20	04	Shaft Esquerda	004	Shaft Esquerda	004	Shaft Esquerda	004
3º pav	03	Periferia 21	05	Shaft Direita	005	Shaft Direita	005	Shaft Direita	005
4º pav	04	Periferia 22	06	Reservatório 1	006	Escadaria	006	Escadaria	006
5º pav	05	Periferia 23	07	Reservatório 2	007	Circulação	007	Circulação	007
6º pav	06	Periferia 24	08	Escadaria	008	Shaft elétrica	008	Shaft elétrica	008
7º pav	07	Periferia 25	09	Circulação	009				
8º pav	08	Periferia 26	10			Apto 205	001	Reservatório A	001
9º pav	09					Apto 206	002	Reservatório B	002
10º pav	10	Miolo	01	Elevador 1	001	Apto 207	003	Espaço Gourmet	003
11º pav	11	Asa 1	02	Elevador 2	002	Apto 208	004	Lavabos	004
12º pav	12	Asa 2	03	Shaft Esquerda	004	Circulação	005	Terraço	005
13º pav	13	Asa 3	04	Shaft Direita	005	Shaft gás	006		
14º pav	14	Fachada	05	Escadaria	006	Shaft hidráulico	007	Reservatório C	001
Cobertura	15	xx	**	Circulação	007			Reservatório D	002
				Gerador	008	Apto 201	001	Fitness	003
						Apto 202	002	Terraço	004
				Espaço Gourmet	001	Apto 203	003		
				Pressurização esc	002	Apto 204	004	Reservatório E	001
				Pilotis	003	Circulação	005	Reservatório F	002
						Shaft gás	006	Boilers	003
				Salão de festas	001	Shaft hidráulico	007	Vestiário Masc	004
				Pilotis	003			Vestiário Fem	005
						Apto 209	001	Terraço	006
				Sala multiuso	001	Apto 210	002		
				Depósito de lixo	002	Apto 211	003	Balancim 1	001
				Pilotis	003	Apto 212	004	Balancim 2	002
				Pressurização esc	004	Circulação	005	Balancim 3	003
				Serviço	005	Shaft gás	006		
						Shaft hidráulico	007		
				Balancim 1	001				
				Balancim 2	002	Balancim 1	001		
				Balancim 3	003	Balancim 2	002		
						Balancim 3	003		

Bloco [B]	
Implantação	01
Torre AA	02
Torre AB	03
Torre AC	04
Torre AD	05

APÊNDICE D – Faceta Processo - Estudo 2

	01	02	03
	Revest int argamassa	Revest ext argamassa	Supra-estrutura
01	Lavar estrutura	Preparar	Confeccionar painéis de forma
02	Chapiscar estrutura	Chapiscar	Marcar eixos
03	Posicionar telas	Posicionar prumadas	Posicionar armadura pilares
04	Taliscar	Rebocar	Montar forma dos pilares
05	Rebocar		Montar forma das vigas
06	Feltrar		Montar forma da laje
07			Concretar pilares
08			Armar vigas e lajes
09			Posicionar tubulações elétricas
10			Posicionar passagens nas vigas e lajes
11			Concretar vigas e lajes
12			Desformar

	04	05	06	07
	Alvenaria	Instalações elétricas	Louças	Metais
01	Lavar estrutura	Posicionar caixas	Posicionar bacias	Instalar metais
02	Chapiscar	Instalar eletrodutos	Posicionar tanque	
03	Posicionar telas	Enfiar	Instalar conexões	
04	Marcar	Instalar disjuntores		
05	Posicionar instalações	Instalar dispositivos		
06	Elevar alvenaria	Instalar luminárias		
07	Fixar			

	08	09	10	11
	Inst hidráulicas em drywall	Rede de água	Rede de esgoto	Instalação de gás
01	Instalar baterias de chuveiros	Instalar colunas	Instalar colunas	Instalar colunas
02	Posicionar PEX	Instalar barriletes	Instalar derivações	Instalar ramais
03	Instalar conexões	Executar interligação	Chumbar passagens	
04	Executar teste			
05	Instalar drenos			

	12	13	14	15
	Cerâmica aptos	Cerâmica circulação	Imperm box	Imperm áreas úmidas
01	Assentar azulejos	Assentar cerâmica	Executar piso	Preparar
02	Assentar cerâmica piso	Rejuntar	Imprimir	Selar rodapé
03	Rejuntar azulejos		Colar manta	Impermeabilizar rodapés
04	Rejuntar cerâmica piso		Executar teste	Pintar áreas molhadas
05			Executar proteção mecânica	

	16	17	18	19
	Imperm áreas externas	Estrutura drywall	Forro gesso	Plaqueamento aptos
01	Preparar	Marcação	Instalar estrutura	Plaquear paredes
02	Imprimir	Posicionar guias	Plaquear forro	Instalar estrutura forro
03	Colar manta	Posicionar montantes	Massa e fita	Plaquear forro
04	Executar teste	Instalar rodapés		Massa e fita
05	Executar proteção mecânica	Instalar reforços		

	20	21	22	23
	Pintura interna aptos	Revest teto argamassa	Contramarcos	Peitoril
01	Lixar	Lavar estrutura	Posicionar contramarcos	Instalar peitoris
02	Selar	Chapiscar		
03	Aplicar Massa corrida	Rebocar		
04	Lixar massa			
05	Executar 1ª demão pintura			
06	Executar 2ª demão pintura			

	24	25	26	27	28
	Janelas ▾	Portas ▾	Churrasqueiras ▾	Tampos ▾	Bits ▾
01	Instalar Janelas	Instalar portas externas	Posicionar tubulação	Instalar pia cozinha	Instalar 1º bit
02		Instalar portas internas	Montar kit	Instalar tampo banheiro	Instalar 2º bit
03					Instalar 3º bit

APÊNDICE E – Pacotes de trabalho do Estudo 2

Processo	Sub-processo	Bloco	Nível	Zona	Unidade	P1	P2	B	N	Z	U	Complemento
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AA	2º pav	Asa 1		11	02	02	02	02	000	
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AA	2º pav	Asa 2		11	02	02	02	03	000	
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AA	2º pav	Asa 1		11	03	02	02	02	000	
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AA	2º pav	Asa 2		11	03	02	02	03	000	
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AA	2º pav	Asa 3		11	03	02	02	04	000	
Rede de água	Instalar colunas	Torre AA	13º pav	Asa 1		10	01	02	13	02	000	
Rede de água	Instalar colunas	Torre AA	13º pav	Asa 2		10	01	02	13	03	000	
Rede de água	Instalar colunas	Torre AA	13º pav	Asa 3		10	01	02	13	04	000	
Rede de água	Instalar barriletes	Torre AA	14º pav	Asa 1		10	02	02	14	02	000	
Rede de água	Instalar barriletes	Torre AA	14º pav	Asa 2		10	02	02	14	03	000	
Rede de água	Instalar barriletes	Torre AA	14º pav	Asa 3		10	02	02	14	04	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AA	12º pav	Asa 1		07	02	02	12	02	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AA	12º pav	Asa 2		07	02	02	12	03	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AA	12º pav	Asa 3		07	02	02	12	04	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AA	13º pav	Asa 2		07	02	02	13	03	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AA	13º pav	Asa 3		07	02	02	13	04	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	2º pav	Asa 1		05	03	02	02	02	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	2º pav	Asa 2		05	03	02	02	03	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	2º pav	Asa 3		05	03	02	02	04	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	5º pav	Asa 1	Circulação	05	03	02	05	02	005	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	5º pav	Asa 2	Circulação	05	03	02	05	03	005	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	5º pav	Asa 3	Circulação	05	03	02	05	04	005	
Instalações elétricas	Instalar luminárias	Torre AA	6º pav			05	06	02	06	00	000	
Instalações elétricas	Instalar luminárias	Torre AA	7º pav			05	06	02	07	00	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	14º pav			05	03	02	14	00	000	
Rede elétrica	Instalar QGBT	Torre AA	Térreo			06	01	02	01	00	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AA	**	Miolo	Escadaria	05	03	02	**	01	006	

Pastilhas		Torre AA	**	Asa 1		32	00	02	**	02	000	Arremate afastadores
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AA	Cobertura	Asa 1		17	05	02	15	02	000	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AA	Cobertura	Asa 2		17	05	02	15	03	000	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AA	Cobertura	Asa 3		17	05	02	15	04	000	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AA	Cobertura	Miolo		17	05	02	15	01	000	
Revest ext argamassa		Torre AA	14º pav	Asa 1	Terraço	02	00	02	14	02	005	Conserto platibanda
Revest ext argamassa		Torre AA	14º pav	Asa 2	Terraço	02	00	02	14	03	004	Conserto platibanda
Revest ext argamassa		Torre AA	14º pav	Asa 3	Terraço	02	00	02	14	04	006	Conserto platibanda
Acabamentos	Grelhas de ventilação	Torre AA	13º pav			33	01	02	13	00	000	
Acabamentos	Grelhas de ventilação	Torre AA	12º pav			33	01	02	12	00	000	
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AA	4º pav	Asa 1		13	01	02	04	02	000	
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AA	4º pav	Asa 2		13	01	02	04	03	000	
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AA	4º pav	Asa 3		13	01	02	04	04	000	
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AA	5º pav	Asa 2		13	01	02	05	03	000	
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AA	5º pav	Asa 3		13	01	02	05	04	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AA	4º pav	Asa 1		13	02	02	04	02	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AA	4º pav	Asa 2		13	02	02	04	03	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AA	4º pav	Asa 3		13	02	02	04	04	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AA	5º pav	Asa 2		13	02	02	05	03	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AA	5º pav	Asa 3		13	02	02	05	04	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AA	4º pav	Asa 1		13	03	02	04	02	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AA	4º pav	Asa 2		13	03	02	04	03	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AA	4º pav	Asa 3		13	03	02	04	04	000	
Plaqueamento aptos		Torre AA	3º pav			20	00	02	03	00	000	
Imperm áreas externas	Preparar	Torre AA	Térreo	Miolo	Gerador	17	01	02	01	01	008	
Imperm áreas externas	Preparar	Torre AA	Térreo	Miolo	Circulação	17	01	02	01	01	007	
Pedras	Instalar moldura	Torre AA	7º pav			31	03	02	07	00	000	
Pedras	Instalar moldura	Torre AA	7º pav			31	03	02	07	00	000	

Tampos	Instalar tampo banheiro	Torre AA	12º pav			30	02	02	12	00	000
Churrasqueiras		Torre AA	Térreo			29	00	02	01	00	000
Imperm box	Executar teste	Torre AA	14º pav	Asa 3		15	04	02	14	04	000
Imperm box	Executar proteção mecânica	Torre AA	2º pav	Asa 1		15	05	02	02	02	000
Imperm box	Executar proteção mecânica	Torre AA	2º pav	Asa 2		15	05	02	02	03	000
Imperm box	Executar proteção mecânica	Torre AA	2º pav	Asa 3		15	05	02	02	04	000
Imperm áreas úmidas		Torre AA	5º pav			16	00	02	05	00	000
Imperm reservatórios	Preparar	Torre AA	Subsolo	Miolo	Reservatório 1	34	01	02	00	01	000
Imperm reservatórios		Torre AA	Subsolo	Miolo	Reservatório 2	34	00	02	00	01	000
Pintura externa		Torre AA	**	Fachada	Balancim 34	23	00	02	**	05	034
Pintura externa		Torre AA	**	Fachada	Balancim 35	23	00	02	**	05	035
Pintura externa		Torre AA	**	Fachada	Balancim 37	23	00	02	**	05	037
Pintura externa		Torre AA	**	Fachada	Balancim 18	23	00	02	**	05	018
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	9º pav	Asa 1		21	04	02	09	02	000
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	9º pav	Asa 2		21	04	02	09	03	000
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	9º pav	Asa 3		21	04	02	09	04	000
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	10º pav	Asa 1		21	04	02	10	02	000
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	10º pav	Asa 2		21	04	02	10	03	000
Pintura interna aptos	Lixar massa	Torre AA	10º pav	Asa 3		21	04	02	10	04	000
Pintura interna circ	Executar 1ª demão pintura	Torre AA	8º pav			22	05	02	08	00	000
Pintura interna circ	Executar 1ª demão pintura	Torre AA	9º pav			22	05	02	09	00	000
Acabamentos	Molduras	Torre AA	14º pav	Asa 1	Terraço	33	02	02	14	02	005
Acabamentos	Molduras	Torre AA	14º pav	Asa 2	Terraço	33	02	02	14	03	004
Acabamentos	Molduras	Torre AA	14º pav	Asa 3	Terraço	33	02	02	14	04	006
Pintura interna aptos		Torre AA	Térreo	Asa 1	Bombas escada	21	00	02	01	02	002
Pintura interna aptos		Torre AA	Térreo	Asa 3	Bombas escada	21	00	02	01	04	004
Rede de água	Instalar barriletes	Torre AB	14º pav			10	02	03	14	00	000
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AB	**	Asa 1		10	04	03	**	02	000

Rede de água	Chumbar passagens	Torre AB	**	Asa 2		10	04	03	**	03	000	
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AB	**	Asa 3		10	04	03	**	04	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AB	12º pav			07	02	03	12	00	000	
Louças	Instalar tanque	Torre AB	11º pav			07	02	03	11	00	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AB	2º pav			05	03	03	02	00	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AB	5º pav	Asa 1	Circulação	05	03	03	05	02	005	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AB	5º pav	Asa 2	Circulação	05	03	03	05	03	005	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AB	5º pav	Asa 3	Circulação	05	03	03	05	04	005	
Rede elétrica	Instalar QGBT	Torre AB	Térreo	Miolo		06	01	03	01	01	000	
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AB	**	Miolo	Escadaria	05	03	03	**	01	006	
Instalações elétricas	Instalar disjuntores	Torre AB	7º pav			05	04	03	07	00	000	
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AB	2º pav			06	02	03	02	00	000	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AB	Térreo	Miolo	Gerador	17	05	03	01	01	008	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AB	Térreo	Miolo	Circulação	17	05	03	01	01	007	
Revest ext argamassa		Torre AB	14º pav	Fachada	Balancim 47	02	00	03	14	05	047	Arrumar frisos
Revest ext argamassa		Torre AB	14º pav	Fachada	Balancim 45	02	00	03	14	05	045	Arrumar frisos
Acabamentos	Grelhas de ventilação	Torre AB	10º pav			33	01	03	10	00	000	
Acabamentos	Grelhas de ventilação	Torre AB	11º pav			33	01	03	11	00	000	
Plaqueamento aptos	Massa e fita	Torre AB	5º pav			20	04	03	05	00	000	
Plaqueamento aptos		Torre AB	2º pav			20	00	03	02	00	000	
Cerâmica aptos		Torre AB	6º pav			13	00	03	06	00	000	
Cerâmica circulação		Torre AB	7º pav			14	00	03	07	00	000	
Imperm box		Torre AB	14º pav			15	00	03	14	00	000	
Imperm áreas úmidas		Torre AB	5º pav			16	00	03	05	00	000	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AB	Térreo			17	05	03	01	00	000	Cremalheira
Pedras	Instalar moldura	Torre AB	6º pav			31	03	03	06	00	000	
Pedras	Instalar moldura	Torre AB	7º pav			31	03	03	07	00	000	
Tampos	Instalar tampo banheiro	Torre AB	10º pav			30	02	03	10	00	000	

Tamos	Instalar tampo banheiro	Torre AB	9º pav			30	02	03	09	00	000
Pedras	Instalar 3º bit	Torre AB	7º pav			31	04	03	07	00	000
Churrasqueiras	Montar kit	Torre AB	14º pav			29	02	03	14	00	000
Churrasqueiras		Torre AB	Térreo			29	00	03	01	00	000
Pintura externa		Torre AB	**	Fachada	Balancim 45	23	00	03	**	05	045
Pintura externa		Torre AB	**	Fachada	Balancim 47	23	00	03	**	05	047
Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AB	9º pav			21	05	03	09	00	000
Pintura interna aptos	Aplicar Massa corrida	Torre AB	8º pav			21	03	03	08	00	000
Pintura interna aptos		Torre AB	Térreo	Asa 1	Bombas escada	21	00	03	01	02	002
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AC	13º pav			11	02	04	13	00	000
Rede de água	Instalar barriletes	Torre AC	13º pav			10	02	04	13	00	000
Inst hidráulicas em drywall	Posicionar PEX	Torre AC	11º pav			09	02	04	11	00	000
Inst hidráulicas em drywall	Instalar baterias de chuveiros	Torre AC	10º pav			09	01	04	10	00	000
Inst hidráulicas em drywall	Executar teste	Torre AC	10º pav			09	04	04	10	00	000
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AC	13º pav			11	03	04	13	00	000
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AC	12º pav			11	03	04	12	00	000
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AC	Térreo	Asa 3		11	02	04	01	04	000
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AC	Térreo	Asa 1		11	02	04	01	02	000
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AC	14º pav	Asa 1	Reservatório A	10	04	04	14	02	001
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AC	14º pav	Asa 1	Reservatório B	10	04	04	14	02	002
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AC	9º pav	Asa 2		05	03	04	09	03	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AC	10º pav	Asa 1		05	03	04	10	02	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AC	10º pav	Asa 3		05	03	04	10	04	000
Instalações elétricas	Instalar eletrodutos	Torre AC	13º pav			05	02	04	13	00	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AC	6º pav	xx	Circulação	05	03	04	06	**	007
Instalações elétricas	Instalar luminárias	Torre AC	**	Miolo	Elevador 3	05	06	04	**	01	003
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	7º pav			06	02	04	07	00	000
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	8º pav			06	02	04	08	00	000

Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	9º pav			06	02	04	09	00	000
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	10º pav			06	02	04	10	00	000
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	11º pav			06	02	04	11	00	000
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	12º pav			06	02	04	12	00	000
Rede elétrica	Instalar QF	Torre AC	13º pav			06	02	04	13	00	000
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 05	13	01	04	06	02	001
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 06	13	01	04	06	02	002
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 07	13	01	04	06	02	003
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 08	13	01	04	06	02	004
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 01	13	01	04	06	03	001
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 02	13	01	04	06	03	002
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 03	13	01	04	06	03	003
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 04	13	01	04	06	03	004
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 09	13	01	04	06	04	001
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 10	13	01	04	06	04	002
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 11	13	01	04	06	04	003
Cerâmica aptos	Assentar azulejos	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 12	13	01	04	06	04	004
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 05	13	02	04	06	02	001
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 06	13	02	04	06	02	002
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 07	13	02	04	06	02	003
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 1	Apto 08	13	02	04	06	02	004
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 01	13	02	04	06	03	001
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 02	13	02	04	06	03	002
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 03	13	02	04	06	03	003
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 2	Apto 04	13	02	04	06	03	004
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 09	13	02	04	06	04	001
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 10	13	02	04	06	04	002
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 11	13	02	04	06	04	003

Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AC	6º pav	Asa 3	Apto 12	13	02	04	06	04	004
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AC	5º pav			13	03	04	05	00	000
Cerâmica circulação		Torre AC	3º pav	Asa 1		14	00	04	03	02	000
Cerâmica circulação		Torre AC	3º pav	Asa 2		14	00	04	03	03	000
Cerâmica circulação		Torre AC	3º pav	Asa 3		14	00	04	03	04	000
Cerâmica circulação		Torre AC	3º pav	Miolo		14	00	04	03	01	000
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Miolo	Gerador	02	00	04	01	01	008 Arremates
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Asa 1		02	00	04	01	02	000 Arremates
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AC	Cobertura	Asa 1		17	05	04	15	02	000
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AC	Cobertura	Asa 2		17	05	04	15	03	000
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AC	Cobertura	Asa 3		17	05	04	15	04	000
Tampos	Instalar pia cozinha	Torre AC	3º pav			30	01	04	03	00	000
Plaqueamento aptos		Torre AC	8º pav			20	00	04	08	00	000
Forro gesso	Instalar estrutura	Torre AC	Térreo	Asa 3	Pilotis	19	01	04	01	04	003
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Fachada	Balancim 109	02	00	04	01	05	109
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Fachada	Balancim 110	02	00	04	01	05	110
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Fachada	Balancim 1	02	00	04	01	05	001 Hall de entrada
Revest ext argamassa		Torre AC	Térreo	Asa 2	Pilotis	02	00	04	01	03	003
Imperm áreas externas	Preparar	Torre AC	Térreo	Miolo	Circulação	17	01	04	01	01	007
Pedras	Instalar moldura	Torre AC	6º pav			31	03	04	06	00	000
Churrasqueiras		Torre AC	10º pav			29	00	04	10	00	000
Churrasqueiras		Torre AC	Térreo			29	00	04	01	00	000
Imperm box	Executar teste	Torre AC	14º pav			15	04	04	14	00	000
Imperm box		Torre AC	11º pav			15	00	04	11	00	000
Imperm box		Torre AC	10º pav			15	00	04	10	00	000
Imperm áreas úmidas		Torre AC	8º pav			16	00	04	08	00	000
Imperm reservatórios	Preparar	Torre AC	14º pav	Asa 1		34	01	04	14	02	000
Imperm reservatórios	Preparar	Torre AC	Subsolo	Miolo	Reservatório 1	34	01	04	00	01	000

Imperm reservatórios	Preparar	Torre AC	Subsolo	Miolo	Reservatório 2	34	01	04	00	01	000
Pintura interna circ		Torre AC	3º pav	xx	Circulação	22	00	04	03	**	007
Pintura interna circ		Torre AC	4º pav	xx	Circulação	22	00	04	04	**	007
Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AC	4º pav	Asa 1		21	05	04	04	02	000
Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AC	4º pav	Asa 3		21	05	04	04	04	000
Pintura externa		Torre AC	**	Fachada	Balancim 93	23	00	04	**	05	093
Pintura externa		Torre AC	**	Fachada	Balancim 83	23	00	04	**	05	083
Pintura externa		Torre AC	**	Fachada	Balancim 84	23	00	04	**	05	084
Pintura externa		Torre AC	**	Fachada	Balancim 82	23	00	04	**	05	082
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AD	2º pav	Asa 1		11	02	05	02	02	000
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AD	2º pav	Asa 2		11	02	05	02	03	000
Rede de esgoto	Instalar derivações	Torre AD	2º pav	Asa 3		11	02	05	02	04	000
Inst hidráulicas em drywall	Posicionar PEX	Torre AD	2º pav			09	02	05	02	00	000
Inst hidráulicas em drywall	Instalar baterias de chuveiros	Torre AD	5º pav			09	01	05	05	00	000
Inst hidráulicas em drywall	Executar teste	Torre AD	5º pav			09	04	05	05	00	000
Rede de esgoto	Chumbar passagens	Torre AD	2º pav			11	03	05	02	00	000
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 1	Reservatório A	10	03	05	14	02	001
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 1	Reservatório B	10	03	05	14	02	002
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 2	Reservatório C	10	03	05	14	03	001
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 2	Reservatório D	10	03	05	14	03	002
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 3	Reservatório E	10	03	05	14	04	001
Rede de água	Executar interligação	Torre AD	14º pav	Asa 3	Reservatório F	10	03	05	14	04	002
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AD	**	Asa 1	Shaft hidráulico	10	04	05	**	02	007
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AD	**	Asa 2	Shaft hidráulico	10	04	05	**	03	007
Rede de água	Chumbar passagens	Torre AD	**	Asa 3	Shaft hidráulico	10	04	05	**	04	007
Rede de água		Torre AD	13º pav	Asa 1		10	00	05	13	02	000
Rede de água		Torre AD	13º pav	Asa 2		10	00	05	13	03	000
Rede de água		Torre AD	13º pav	Asa 3		10	00	05	13	04	000

Rede de água		Torre AD	14º pav	Asa 1		10	00	05	14	02	000
Rede de água		Torre AD	14º pav	Asa 2		10	00	05	14	03	000
Rede de água		Torre AD	14º pav	Asa 3		10	00	05	14	04	000
Louças	Instalar bacias	Torre AD	13º pav	Asa 1		07	01	05	13	02	000
Louças	Instalar bacias	Torre AD	13º pav	Asa 2		07	01	05	13	03	000
Louças	Instalar bacias	Torre AD	13º pav	Asa 3		07	01	05	13	04	000
Louças	Instalar tanque	Torre AD	13º pav	Asa 3		07	02	05	13	04	000
Louças	Instalar tanque	Torre AD	13º pav	Asa 3		07	02	05	13	04	000
Louças	Instalar tanque	Torre AD	13º pav	Asa 3		07	02	05	13	04	000
Instalações elétricas	Instalar disjuntores	Torre AD	13º pav			05	04	05	13	00	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	4º pav			05	03	05	04	00	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	2º pav	Asa 1		05	03	05	02	02	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	9º pav	xx	Circulação	05	03	05	09	**	007
Rede elétrica	Instalar eletrocalhas	Torre AD	14º pav			06	03	05	14	00	000
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	Térreo	Asa 1	Pilotis	05	03	05	01	02	003
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	Térreo	Asa 2	Pilotis	05	03	05	01	03	003
Instalações elétricas	Enfiar	Torre AD	Térreo	Asa 3	Pilotis	05	03	05	01	04	003
Cerâmica circulação	Rejuntar	Torre AD	11º pav			14	02	05	11	00	000
Cerâmica circulação	Assentar cerâmica	Torre AD	10º pav	xx	Circulação	14	01	05	10	**	007
Plaqueamento aptos	Massa e fita	Torre AD	5º pav			20	04	05	05	00	000
Plaqueamento aptos	Plaquear paredes	Torre AD	4º pav	Asa 1		20	01	05	04	02	000
Plaqueamento aptos	Plaquear paredes	Torre AD	4º pav	Asa 2		20	01	05	04	03	000
Plaqueamento aptos	Plaquear forro	Torre AD	7º pav	Asa 3		20	03	05	07	04	000
Plaqueamento aptos	Plaquear forro	Torre AD	7º pav	Asa 1		20	03	05	07	02	000
Plaqueamento aptos	Plaquear forro	Torre AD	6º pav			20	03	05	06	00	000
Plaqueamento aptos	Massa e fita	Torre AD	7º pav	Asa 1		20	04	05	07	02	000
Plaqueamento aptos	Massa e fita	Torre AD	7º pav	Asa 2		20	04	05	07	03	000
Plaqueamento aptos	Massa e fita	Torre AD	7º pav	Asa 3		20	04	05	07	04	000

Tampos	Instalar pia cozinha	Torre AD	3º pav			30	01	05	03	00	000	
Tampos	Instalar pia cozinha	Torre AD	13º pav			30	01	05	13	00	000	
Forro gesso	Instalar estrutura	Torre AD	Térreo	Asa 1	Pilotis	19	01	05	01	02	003	
Revest ext argamassa		Torre AD	Térreo	Fachada	Balancim 154	02	00	05	01	05	154	
Revest ext argamassa		Torre AD	Térreo	Fachada	Balancim 153	02	00	05	01	05	153	
Revest ext argamassa		Torre AD	Cobertura	Asa 1		02	00	05	15	02	000	Vigas placas solares
Revest ext argamassa		Torre AD	Cobertura	Asa 2		02	00	05	15	03	000	
Revest ext argamassa		Torre AD	Cobertura	Asa 3		02	00	05	15	04	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AD	9º pav	Asa 3		13	03	05	09	04	000	
Cerâmica aptos	Assentar cerâmica piso	Torre AD	9º pav	Asa 2		13	02	05	09	03	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AD	9º pav	Asa 3		13	03	05	09	04	000	
Cerâmica aptos	Rejuntar	Torre AD	9º pav	Asa 2	Apto 01	13	03	05	09	03	001	
Imperm áreas externas	Preparar	Torre AD	Térreo	Miolo	Gerador	17	01	05	01	01	008	
Imperm áreas externas	Preparar	Torre AD	Térreo	Miolo	Circulação	17	01	05	01	01	007	
Imperm áreas úmidas		Torre AD	7º pav			16	00	05	07	00	000	
Imperm reservatórios		Torre AD	14º pav	Asa 2	Reservatório C	34	00	05	14	03	001	
Imperm reservatórios		Torre AD	14º pav	Asa 2	Reservatório D	34	00	05	14	03	002	
Imperm áreas externas	Executar proteção mecânica	Torre AD	Térreo			17	05	05	01	00	000	Cremalheira
Tampos	Instalar tampo banheiro	Torre AD	13º pav			30	02	05	13	00	000	
Pedras	Instalar 3º bit	Torre AD	13º pav			31	04	05	13	00	000	
Pedras	Instalar moldura	Torre AD	7º pav			31	03	05	07	00	000	
Pedras	Instalar moldura	Torre AD	6º pav			31	03	05	06	00	000	
Peitoril		Torre AD	**	xx	Circulação	26	00	05	**	**	007	
Churrasqueiras	Posicionar tubulação	Torre AD	14º pav	Asa 1		29	01	05	14	02	000	
Imperm reservatórios	Aplicar impermeabilizante	Torre AD	Subsolo	Miolo	Reservatório 1	34	02	05	00	01	000	
Pintura externa		Torre AD	**	Fachada	Balancim 153	23	00	05	**	05	153	
Pintura externa		Torre AD	**	Fachada	Balancim 154	23	00	05	**	05	154	
Pintura externa		Torre AD	**	Fachada	Balancim 147	23	00	05	**	05	147	

Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AD	13º pav	Asa 1		21	05	05	13	02	000
Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AD	13º pav	Asa 2		21	05	05	13	03	000
Pintura interna aptos	Executar 1ª demão pintura	Torre AD	13º pav	Asa 3		21	05	05	13	04	000
Pintura interna aptos	Aplicar Massa corrida	Torre AD	12º pav	Asa 1		21	03	05	12	02	000
Pintura interna aptos	Aplicar Massa corrida	Torre AD	12º pav	Asa 2		21	03	05	12	03	000
Pintura interna aptos	Aplicar Massa corrida	Torre AD	12º pav	Asa 3		21	03	05	12	04	000
Pintura interna aptos		Torre AD	14º pav	Asa 3	Boilers	21	00	05	14	04	003
						00	00	00	00	00	000