



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LORENA BRENDA DE OLIVEIRA

**ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE
DE OBRAS – MÉTODO LTPA**

Recife

2017

LORENA BRENDA DE OLIVEIRA

**ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DA QUALIDADE
DE OBRAS – MÉTODO LTPA**

Apresentação de Elementos da Metodologia Ágil para o Controle de Qualidade de Obras – Método LTPA, apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador interno: Prof. Dr. Antônio Acácio de Melo Neto D.Sc.- UFPE

Orientador externo: Prof. Dr. José Jeferson do Rego, D.Sc.-UFPE

Recife

2017

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260.

O48e	Oliveira, Lorena Brenda de. Elementos da metodologia ágil para o controle da qualidade de obras – método ltpa - 2017. 99folhas, Il., e Tab. Orientadores: Prof. Dr. Antônio Acácio de Melo Neto. Prof. Dr. José Jeferson do Rego. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2017. Inclui Referências e Apêndices. 1. Engenharia Civil. 2. Construção civil. 3. Qualidade. 4. Método. 5. Cálculo de Estabilidade. I. Melo Neto, Antônio Acácio de e Rego, José Jeferson do (Orientadores). II. Título. UFPE 624 CDD (22. ed.) BCTG/2015-167
------	---



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A comissão examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado

**ELEMENTOS DA METODOLOGIA ÁGIL PARA O CONTROLE DE QUALIDADE
DE OBRAS – MÉTODO LTPA**

Defendida por

Lorena Brenda de Oliveira

Considera a candidata APROVADA

Recife, 14 de novembro de 2017

Prof. Dr. Antônio Acácio de Melo Neto – Orientador Interno – UFPE
Prof. Dr. José Jeferson do Rêgo Silva – Orientador Externo – UFPE

Banca examinadora:

Prof. Dr. José Jeferson do Rêgo Silva – UFPE
(orientador externo)

Prof. Dr. Ângelo Just da Costa e Silva – UNICAP
(examinador externo)

Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira – UFPE
(examinador interno)

Dedico essa conquista ao meu pai, grande exemplo o qual sigo em tudo que faço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conduzir até aqui e ter me sustentado diante de tantos obstáculos iluminando sempre o meu caminho.

Ao meu pai, meu grande orgulho e exemplo.

Aos professores e orientadores José Jeferson do Rego e Antônio Acácio pela enorme paciência, além da orientação, ensinamentos e envolvimento demonstrados ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A Joao Recena, que, além de grande professor, representa um grande mestre e líder com quem aprendo todos os dias.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pela oportunidade de realização deste trabalho.

A TPF Engenharia, empresa que abraçou o trabalho aqui apresentado e contribuiu bastante para a concretização.

A todos os professores os quais me auxiliaram durante toda essa jornada de graduanda e mestranda.

Agradeço a Marcos Costa, eterno chefe e grande inspirador para seguir o caminho do Gerenciamento de Projetos.

Não menos importante, aos meus amigos sempre presentes incentivando o meu crescimento.

*“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso
aprendemos sempre.”*

Paulo Freire

RESUMO

O Setor da Construção, uma das maiores economias mundiais com cerca de US\$ 10 trilhões de gastos em bens e serviços relacionados à construção a cada ano (McKinsey&Company, 2017) vem sofrendo problemas no âmbito da produção. De acordo com a análise Farmer Review (2017), a situação atual é alarmante: nas últimas duas décadas, a construção foi o setor que menos apresentou aumento na produtividade, ficando atrás da área industrial, serviços e de outros setores da economia. No Reino Unido, por exemplo, 36% dos empreendimentos são entregues com, pelo menos, 3 meses de atraso. Dentre os motivos elencados pela revista, o retrabalho é uma das grandes razões para tal situação, motivado pela má qualidade do produto final. Sobre esse assunto, é de conhecimento a dificuldade em aplicar métodos para controle de qualidade de obras que abranjam e atendam as diferentes tipologias do universo da Construção Civil, ocasionando inibição de um acompanhamento mais efetivo na qualidade final do produto a ser oferecido. As metodologias já existentes relacionadas a esta matéria, por vezes, não apresentam grandes aplicabilidades no âmbito da Engenharia Civil por ser um universo gerador de produtos (obras) únicos, com singularidades e características específicas. Diante disso, o presente trabalho apresenta um método inovador para controle da qualidade em obras, que une elementos das metodologias ágeis e ferramentas de gestão de projetos tradicionais reconhecidas mundialmente. Para aplicação e validação, respectivamente, utilizou-se Estudo de Caso com o objetivo de ilustrar as respectivas etapas do método, e o Método Delphi, utilizada para sua aprovação com opiniões especializadas. Após as etapas acima, foi obtida, como resultado final, a conformidade do método proposto, com a qual foi concluída a relevância do trabalho e a aplicabilidade do método para mitigação de problemas inerentes à qualidade em obras. Espera-se, dessa forma, fornecer ao âmbito acadêmico e ao mercado mecanismo para mitigar problemas técnicos de ausência de qualidade dos serviços e materiais na Construção Civil, possibilitando, assim, evidenciar possíveis intercorrências ou não conformidades de forma efetiva.

Palavras-chaves: Construção civil. Qualidade. Método. Metodologia ágil. Gestão de projetos.

ABSTRACT

The Construction Sector, one of the world's largest economies with about \$ 10 trillion spent in construction-related goods and services each year (McKinsey & Company, 2017) is experiencing productivity problems. According to the Farmer Review (2017) analysis, the current situation is alarming: in the last two decades, construction was the sector that showed the least productivity growth, behind the industrial area, services and other sectors of the economy. In the UK, for example, 36% of projects are delivered at least 3 months late. Among the reasons listed by the magazine, rework is one of the great reasons for this situation, motivated by the poor quality of the final product. On this subject, it is known the difficulty in applying methods for quality control of works that cover and attend to the different typologies of the Civil Construction universe, causing inhibition of a more effective follow-up on the final quality of the product to be offered; the existing methodologies related to this matter sometimes do not present great applicability in the scope of Civil Engineering because it is a universe that generates unique products (works) with singularities and specific characteristics. In view of this, the present work presents an innovative method for quality control in works, which combines elements of agile methodologies and traditional project management tools recognized worldwide. For application and validation, respectively, Case Study was used with the purpose of illustrating the respective steps of the method and the Delphi Technique, used for approval of the same with specialized opinions. After the above steps, the conformity of the proposed method was obtained, concluding the relevance of the work and the applicability of the method to mitigate the problems inherent to the quality in works and, respectively, improvement of the Construction productivity. It is hoped, therefore, to provide to the academic scope and to the market mechanism to mitigate technical problems of lack of quality of services and materials in the Civil Construction, thus enabling evidence of possible interurrences or non-conformities in an effective way.

Keywords: Construction. Quality. Method. Agile methodology. Project management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Linha Amarela – Metrô de São Paulo	15
Figura 2 Rodoanel – São Paulo	15
Figura 3 Desabamento de edifício - Belém	16
Figura 4 Viaduto Batalha dos Guararapes – Belo Horizonte	16
Figura 5 Representação esquemática dos elementos de um processo individual – ISO	21
Figura 6 Elementos gerais dos processos de gerenciamento.....	24
Figura 7 Processos do Gerenciamento de Projetos (Ciclo de Vida).....	25
Figura 8 Áreas de Conhecimento	26
Figura 9 Processos do Gerenciamento da Qualidade	30
Figura 10 Princípios Tradicionais e Princípios Ágeis	36
Figura 11 Fluxo do Processo – Método de Controle da qualidade.....	41
Figura 12 Categorização dos itens críticos.....	43
Figura 13 Relatório de Serviço.....	45
Figura 14 Sequência de execução do Método Delphi	49
Figura 15 Estado do Ceará.....	57
Figura 16 Localização do CAC – Cinturão de Águas do Ceará.....	60
Figura 17 Trecho 1 - Cinturão das Águas do Ceará – CAC	61
Figura 18 Obra de canal, no Trecho 1, do Cinturão de Águas do Ceará	62
Figura 19 Obra do Túnel Veneza, no Trecho I, do Cinturão de Águas do Ceará	63
Figura 20 Itens Críticos - Cinturão das Águas do Ceará.....	66
Figura 21 Definição da Separação de Lotes e Planos de Amostragem – CAC.....	67
Figura 22 Critério de Aceitação – CAC	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Principais causas de problemas na construção civil	14
Tabela 2 Associação entre os processos da qualidade e o ciclo de vida do projeto	31
Tabela 3 Quadro comparativo - Método Tradicional e o Método Ágil.....	36
Tabela 4 Critérios para seleção dos especialistas	49
Tabela 5 Características gerais dos especialistas que colaboraram para o trabalho.....	50
Tabela 6 Itens avaliados e % de concordância – segunda rodada	52
Tabela 7 Itens avaliados e % de concordância – terceira rodada	54
Tabela 8 População, taxa de alfabetização e rendimento	58
Tabela 9 Formas de Abastecimento de Água	58
Tabela 10 Dados de Entrada - Cinturão das Águas do Ceará.....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa/ relevância	13
1.2	Objetivo da dissertação.....	17
1.3	Estrutura da dissertação.....	18
2	QUALIDADE.....	19
2.1	Iso 9001.....	20
2.2	Gerenciamento de projetos.....	22
2.3	Gerenciamento da qualidade	28
2.4	Metologia ágil.....	34
3	CONCEPÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	40
3.1	Iniciar o controle da qualidade - etapas de trabalho	42
3.1.1	Análise das entradas disponíveis	42
3.2	Planejar o controle de qualidade - etapas de trabalho	42
3.2.1	Definição dos itens críticos.....	42
3.2.2	Definição e estudo da matriz normativa	43
3.2.3	Definição da separação de lotes e de planos de amostragem	44
3.2.4	Elaboração do plano de controle de qualidade	44
3.2.4.1	Controle de processo e controle de aceitação	46
3.2.4.2	Relatório de serviço	47
3.3	Executar e monitorar o controle da qualidade - etapas de trabalho	48
3.3.1	Verificação de conformidade e acompanhamento das medidas corretivas/preventivas	48
4	VALIDAÇÃO DO MÉTODO	49

5	APLICAÇÃO DO MÉTODO: ESTUDO DE CASO	57
5.1.	Contextualização.....	57
5.2	A obra.....	59
5.3	Aplicação do método proposto.....	63
5.3.1	Análise das entradas disponíveis.....	63
5.3.2	Definição dos itens críticos	65
5.3.3	Definição/estudo da matriz normativa e definição da separação de lotes/amostragem .	66
5.3.4	Elaboração dos planos de controle de qualidade.....	68
6	CONCLUSÕES.....	72
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A–CADASTRO DE ENSAIO–CONTROLE DE ACEITAÇÃO.....	85
	APÊNDICE B–CADASTRO DE SERVIÇO–CONTROLE DE PROCESSOS.....	91
	APÊNDICE C – GESTÃO À VISTA – ITENS CRÍTICOS	92
	APÊNDICE D–APLICAÇÃO DO MÉTODO NO CAC:ESTUDO DE CASO	97
	APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO – MÉTODO DELPHI	99

1 INTRODUÇÃO

É perceptível a necessidade em controlar a qualidade nos produtos e processos com os quais a sociedade está envolvida. Especialmente, no que tange à Engenharia Civil, estão inclusos os segmentos dos projetistas, construtoras, consultorias em arquitetura e engenharia, sempre relacionados como uma ferramenta para evitar prejuízos futuros de diferentes naturezas e instâncias.

No decorrer dos anos, a partir da descentralização das empresas, especialmente desse segmento, o mercado vem apresentando maior interesse sobre a temática qualidade. Este tema é identificado como a origem e consequente solução dos maiores problemas na execução das obras registrados por órgãos de controle (TCU, TCE) e problemas estruturais não preconizados em construções no Brasil, gerando consequente aumento do número de obras de recomposição/recuperação. Dessa forma, além de consequências não palpáveis da ausência de qualidade do produto fornecido, custos são acrescidos motivados pelo retrabalho, além de prejuízos que são somados.

Sabe-se que há uma dificuldade em transformar o conceito qualidade, baseado em aspectos, por vezes, subjetivos, em aspectos quantitativos tangíveis e possíveis de aferição. Como forma de mensuração da qualidade nas abordagens fundamentadas na elaboração de projetos e, por conseguinte, no processo de produção e nos produtos da construção, o uso de diferentes metodologias pode servir de auxílio para a definição de métricas e consequente quantificação da qualidade.

Nessa vertente, esta dissertação apresenta um método para controle da qualidade em obras, ou seja, um programa de acompanhamento sistemático e rastreável que busca a avaliação dos diferentes aspectos inerentes à construção, buscando controlar que os padrões normativos de qualidade sejam atendidos. Esse método busca integrar diferentes metodologias já consagradas mundialmente, as quais visam a melhoria contínua na execução dos serviços, além de agregar elementos da metodologia ágil, reduzindo os retrabalhos e respectivos custos atrelados.

1.1. Justificativa/ relevância

Uma das peculiaridades da indústria da Construção Civil, talvez a que mais a diferencie das indústrias de produtos fabricados em série, é o fato da produção possuir o caráter nômade,

que consiste, basicamente, em se ter para cada novo empreendimento um novo canteiro de obras, o qual se altera constantemente conforme a fase de produção e de desenvolvimento da construção. Como se tem sempre uma praça de trabalho provisória para a fabricação dos produtos finais, sua organização em todas as fases do processo de construção é fundamental e deve possibilitar a eficiência e o bom desempenho da produção e dos operários que nela trabalham. Algumas técnicas de gestão de projetos são importantes ferramentas que se apresentam para melhor organizar a execução, implantação e manutenção de um canteiro de obras (CORRÊA, 2008)

A indústria da Construção Civil no Brasil ainda é conhecida pelo atraso nos procedimentos gerenciais e técnicas construtivas, pela mão de obra desqualificada, por baixos índices de produtividade, por atrasos nos prazos de entrega, pela não conformidade e baixa qualidade do produto final, entre outras limitações. Isso justifica a preocupação atual de um grande número de construtoras com seus sistemas de gestão da qualidade. A necessidade gerencial na construção civil exige o emprego de ferramentas apropriadas para esse ambiente específico (FREJ, 2010).

Ainda sobre a temática, em 2007, Campelo trouxe levantamento das principais causas dos problemas em obras. A partir da tabela a seguir, percebe-se que, desde décadas atrás, falhas ou vícios de construção estão entre as principais causas, possíveis de serem minimizadas com o controle da qualidade ao longo da execução.

Tabela 1 Principais causas de problemas na construção civil

Causas	Porcentagem (%)
Falhas ou insuficiência de projeto	31,4
Baixa qualidade ou inadequação dos materiais	17,1
Falhas ou vícios de construção	34,4
Causas ambientais	17,1

FONTE: Campelo, 2007

Nota-se que o cenário atual permanece o mesmo e a grande quantidade de casos que vêm acontecendo no país comprovam tal perspectiva. Nesse ângulo, pode-se citar o desabamento da Linha Amarela do Metrô de São Paulo em 2008, que, dentre as deficiências

encontradas, a inexistência de gestão de riscos para possibilitar a identificação da probabilidade que pudesse haver desabamento, a deficiência na fiscalização dos trabalhos e as alterações de projeto não identificadas são elencadas com maior importância. (Téchne, 2008).

Figura 1 Linha Amarela – Metrô de São Paulo



FONTE: Téchne, 2008

Em 2009, foi registrada a queda de vigas em obra do Rodoanel que atingiram um caminhão e dois carros que seguiam pela rodovia. Laudo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo apontou como causa do acidente problemas na execução da obra. Segundo o IPT, o acidente aconteceu pela conjugação de três fatores: a falta de horizontalidade das superfícies das bases de apoio, a insuficiência de atrito na interface das vigas com as bases de apoio e a falta de travamento adequado das vigas.

Figura 2 Rodoanel – São Paulo



FONTE: Agência Estado, 2009

Já em 2011, sucedeu o desabamento de prédio de 35 andares em Belém, o Edifício Real Class, ainda em construção na fase de acabamento. O Engenheiro Civil responsável pelo empreendimento relata problemas de execução relacionados à concretagem de pilares dos primeiros pavimentos (Téchne, 2011).

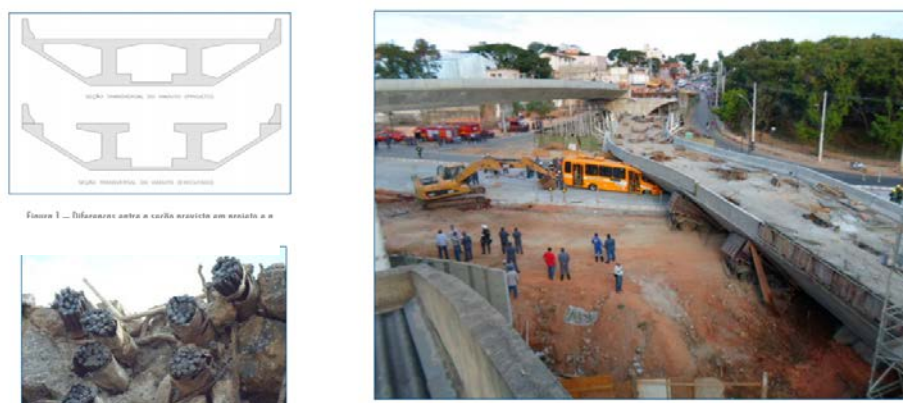
Figura 3 Desabamento de edifício - Belém



FONTE: Téchne, 2011

Convém também lembrar o desabamento do viaduto Batalha dos Guararapes, localizado em Belo Horizonte. Tal fato aconteceu em 2014 e, segundo Laudo Técnico (Revista Veja, 2014), dentre as principais causas que ressaltaram no colapso da estrutura, estão os erros de projeto e defeitos na execução da obra como deficiências na fiscalização para controle da qualidade de execução e mudanças na forma de executar não previstas em projeto.

Figura 4 Viaduto Batalha dos Guararapes – Belo Horizonte



FONTE: Revista Veja, 2014

O conhecimento dos casos relatados, e de tantos outros não citados indicam problemas executivos os quais poderiam ser mitigados com maior controle de qualidade das atividades ao longo das obras, apontando para a necessidade de metodologia de controle da qualidade capaz de abrandar problemas de ordens semelhantes, agindo preventivamente, minimizando as consequências e possíveis ações de retrabalhos.

A partir de pesquisas realizadas no Portal Capes, em revistas científicas renomadas apresentadas nas referências bibliográficas, em periódicos e bibliografias relacionadas à temática, foi encontrado oportunidade para desenvolver o trabalho proposto, que busca inovar desde a integração de conceitos de gerenciamento de projetos e ISO 9001:2015 a elementos da metodologia ágil de forma que seja viável à aplicação na Construção Civil em diferentes contextos de execução, indicando assim ser algo relevante e inovador no ambiente acadêmico.

1.2. Objetivo da dissertação

Elaborar, validar e aplicar método para controle da qualidade em obras nas diferentes tipologias, ou seja, um programa de acompanhamento sistemático e rastreável que busca a avaliação dos diferentes aspectos inerentes à construção, buscando a obtenção de padrões normativos de qualidade. Esse método busca integrar diferentes metodologias já consagradas mundialmente que visam à melhoria contínua na execução dos serviços e elementos da metodologia ágil, reduzindo os retrabalhos e respectivos custos atrelados. No tocante aos objetivos específicos, podem ser citados:

- o Analisar ferramentas e metodologias de gestão mundialmente conhecidas, destacando as principais diferenças e peculiaridades;

- o Estruturar método para controle da qualidade em obras, englobando elementos da metodologia ágil;

- o Validar método através da Técnica Delphi;
- o Aplicar método em Estudo de Caso, buscando identificar ganhos atrelados à prática.

1.3. Estrutura da dissertação

A disposição dos capítulos e a abordagem de cada um deles ao longo deste trabalho estão apresentadas a seguir:

Neste primeiro capítulo, foi apresentada a introdução, justificativa/relevância, objetivos e a estruturação desta dissertação.

O **Capítulo 2** compreenderá a revisão bibliográfica, a qual serão abordadas e detalhadas as principais ferramentas e metodologias analisadas, englobando informações teóricas e práticas.

Em seguida, o **Capítulo 3** referir-se-á ao método proposto para aplicação, explicitando e desenvolvendo a fundamentação teórica.

O **Capítulo 4** ilustrará a validação do método através da Técnica Delphi e os resultados obtidos.

Será apresentada, no **Capítulo 5**, a aplicação do método em Estudo de Caso.

As conclusões e recomendações para futuras pesquisas são expostas no **Capítulo 6**.

2 QUALIDADE

Antes de desenvolver mais a fundo o conceito de controle da qualidade e as metodologias a ela atrelada, faz-se fundamental pontuar o quesito qualidade. O conceito dessa disciplina depende do contexto em que é aplicado, podendo-se considerar diversas percepções em face da subjetividade e complexidade de seu significado.

Ao buscar-se entender as diferentes abordagens da temática, precisamos compreender os primórdios da disciplina. Garvin (1992) apresenta distintos aspectos ligados à qualidade, identificando cinco abordagens para a definição: transcendental, fundamentada no produto, fundamentada no usuário, fundamentada na produção e fundamentada no valor. Para este trabalho, o objetivo são as abordagens fundamentadas no produto e na produção aplicados à construção.

Em relação à abordagem fundamentada no produto, a qualidade é considerada uma variável precisa e mensurável, conferindo uma dimensão vertical ou hierárquica ao conceito qualidade, já que os produtos podem ser classificados de acordo com a quantidade de atributo desejado. Entretanto uma classificação sem ambiguidade só se torna possível se os atributos em questão forem classificados com o mesmo critério praticamente por todos os usuários. Pesquisas iniciais sobre essa abordagem de qualidade concentram-se na durabilidade, por ser uma característica de fácil mensuração. Atualmente, sabe-se que a qualidade de um produto se estende além do aspecto durabilidade, fundamentando-se em diferentes perspectivas o que dificulta a mensuração desse atributo.

No tocante à abordagem fundamentada na produção, o interesse básico é pelas práticas relacionadas diretamente à engenharia e à produção e, por conseguinte, ao conceito “fazer certo da primeira vez”. Seu principal enfoque é interno porque supõe que um produto ou serviço que se desvie das especificações, provavelmente, será malfeito e não-confiável, proporcionando menos satisfação ao consumidor.

Nesse mesmo segmento, também infere que a melhoria da qualidade, ou seja, a diminuição do número de desvios leva a menores custos: impedir defeitos é comprovadamente mais barato que corrigir falhas.

O início da década de noventa assistiu ao surgimento dos primeiros programas da qualidade na construção civil. Desde então, busca-se o aprimoramento dos processos de construção e o desenvolvimento de índices para aferição da qualidade proposta (MATOSKI et al., 2001).

A partir de estudo dos materiais acadêmicos disponíveis para consulta e leitura, percebe-se dificuldade em identificar pesquisas com foco em métodos de controle de qualidade de obras com a utilização de elementos ágeis e ferramentas de gestão de projetos. Nota-se que não é algo trivial e enquadra-se em um dos maiores desafios no âmbito da gestão da qualidade, principalmente no se refere à Construção Civil, objeto deste estudo. Nos próximos capítulos, serão apresentados alguns conceitos, metodologias e ferramentas que auxiliaram a concepção do método proposto nesta dissertação.

2.1.ISO 9001

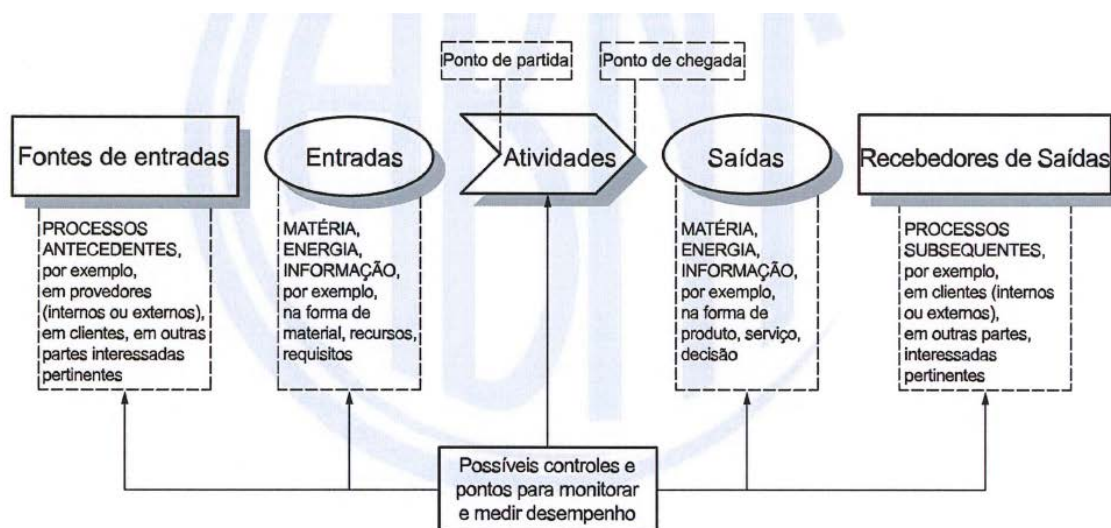
A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma entidade não-governamental criada em 1947, cujo objetivo é promover o desenvolvimento da normalização e atividades relacionadas à intenção de facilitar o intercâmbio internacional de bens e de serviços e desenvolver a cooperação nas esferas intelectual, científica, tecnológica e de atividades econômicas. Os membros que compõe a ISO são os representantes das entidades máximas de normalização nos respectivos países associados, como Ansi (American National Standards Institute), nos Estados Unidos, e o Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia), no Brasil.

Em um cenário com uma economia cada vez mais globalizada, caracterizada pela acirrada competitividade e por um ambiente altamente turbulento, a ISO 9000, normativa que é aplicada em todo mundo, é vista como a principal regulamentação que trata de gestão da qualidade, servindo como importante instrumento de referência para nivelamento dos sistemas de gestão da qualidade. Em 2015, foram revisadas as normas da série 9000, trazendo modificações mais profundas em sua estrutura que as apresentadas em sua última publicação, 2008.

Especialmente no tocante à ISO 9001:2015 Sistemas da Qualidade – Modelo para controle da qualidade em projetos, desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica, a principal característica é a especificação dos requisitos do sistema da qualidade para uso, destinando-se, primordialmente, à prevenção de não-conformidades em todos os estágios, desde o projeto até a assistência técnica.

Em seu conteúdo atual, sete princípios da gestão da qualidade (foco no cliente, liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência, gestão de relacionamento), que formam a base para as normas de sistema de gestão da qualidade na família ISO 9000:2015, são trazidos. O conceito de abordagem de processo norteará o método deste trabalho. A Figura 5 mostra uma representação esquemática de qualquer processo e das interações de seus elementos.

Figura 5 Representação esquemática dos elementos de um processo individual – ISO



FONTE: ISO 9001:2015

Esse grupo de normas técnicas surgiu como importante documento de referência para nivelamento dos sistemas produtivos e também para regular o intercâmbio de mercadorias e serviços entre blocos econômicos. O fundamento básico que rege este tema é o PDCA (*Plan Do Check Act*), que consiste no conjunto de ações interligadas entre si e ordenadas de forma a obter o contínuo aperfeiçoamento e tornar os processos gerenciais mais claros, objetivos e ágeis. É uma ferramenta orientada especificamente no planejamento das atividades, sua execução, monitoramento e controle de maneira cíclica, na qual cada ação converge para o aprimoramento de sua ação posterior.

No que se refere ao método proposto a ser apresentado, serão utilizadas as terminologias e conceitos da família ISO 9000:2015, buscando assegurar que a concepção desenvolvida esteja alinhada com esse padrão normativo adotado mundialmente. Além disso, o método seguirá a estrutura de elementos para um processo indicada na representação esquemática anterior.

2.2. Gerenciamento de projetos

Gerenciar Projeto é aplicar os conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto com o objetivo de atender os seus requisitos, e ainda, atender ou exceder as necessidades e expectativas dos stakeholders, envolvendo as variáveis como escopo, prazo, custo e qualidade (VALLE et al 2014).

Um projeto é considerado com sucesso quando consegue ser finalizado contemplando todo o seu planejamento inicial, e os controles realizados desde a sua fase inicial até o encerramento dão a certeza que tudo está caminhando bem e assegurem a minimização dos impactos ocasionados pelas mudanças de rumo. (FERREIRA 2008).

Uma diferenciação deve ser feita com relação ao conceito de (projeto e de operações rotineiras). Um projeto gera um produto ou serviço único e diferente de tudo já realizado, seja no escopo, prazo, qualidade, custo, resultado esperado e local. Apesar de alguns possuírem características semelhantes ou até idênticas, cada projeto tem suas peculiaridades que resultam, de alguma forma, em uma necessidade de gerenciamento individual. Cada um gera uma demanda e lições aprendidas que devem servir de base para outros projetos que serão realizados. (KIRST, 2004).

É importante esclarecer que uma obra ou construção é classificada como um sistema de produção do tipo grandes projetos, pois cada obra é um produto único, em que não há fluxo do produto (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Dessa forma, não serão utilizados os termos “obra” e “gerenciamento de obra”; mas, sim, os termos “projeto” e “gerenciamento de projeto”, no sentido de empreendimento e gerenciamento de empreendimentos.

Com seu campo de atuação antigamente restrito às atividades relacionadas à produção do edifício, a crescente concorrência no setor da Construção Civil impulsionou as construtoras a buscar estratégias para estabelecer práticas de gestão que possibilitem acompanhar as mudanças ao ambiente, agregando valor aos negócios atuais e inovando nos novos negócios.

(MEDEIROS, 2012). Contudo, várias características, tais como dificuldade na definição do escopo, interfaces do projeto, equipes multidisciplinares e interdependências de atividades, fazem com que o ambiente da construção seja desafiador para qualquer metodologia de gestão. (POLITO, 2010).

Fundada em 1969 por um grupo de cinco voluntários, na Filadélfia – Pensilvânia - EUA, o *Project Management Institute* (PMI) é a principal organização mundial no que se refere ao gerenciamento de projetos, contribuindo para o avanço da ciência e a aplicação de modernas técnicas de gestão. Esse grupo desenvolveu o PMBOK, guia de boas práticas, que traz conceitos e ferramentas para auxiliar a gestão de projetos. De acordo com DelGrosso (2012), o PMI foi estabelecido para criar os padrões, avançar a ciência e promover a responsabilidade profissional no gerenciamento de projetos. O mesmo estima que 12 trilhões de dólares são gastos anualmente nessa atividade no mundo todo, o que equivale a mais de 25% do PIB mundial, e que mais de 20 milhões de profissionais estejam envolvidos diretamente com gerenciamento de projetos mundialmente (DelGrosso, 2012)

Outros dois guias de referência de associações ainda pouco difundidas em organizações brasileiras são o australiano AIPM (AIPM, 2008) e o inglês APM *Body of Knowledge* (APM, 2006). O guia do instituto australiano de projetos configura-se como uma boa fonte de referência para os aspectos humanos do gerenciamento de projetos. Já o instituto inglês de gerenciamento de projetos apresenta, além dos aspectos relacionados à gestão técnica de projetos, conteúdos que tratam os conceitos do valor do gerenciamento de projetos, dos modelos e sistemáticas de implementação de escritórios de projetos e dos aspectos estratégicos da gestão de projetos.

Mais voltado ao mercado de tecnologia de informação, o PRINCE 2, apresenta-se estruturado por etapas de um projeto e por atividades a serem conduzidas pela equipe de gestão do próprio PRINCE 2 por isso é um pouco mais voltado à aplicação prática do que os demais.

Especialmente neste trabalho, serão utilizados os conceitos de gestão oriundos do PMI devido à clareza e à semelhança dos conceitos e proposições com o objetivo deste trabalho, além de se tratar de uma metodologia referência mundial nesta temática.

Segundo o *Project Management Institute* (PMI) (2004), a gestão de projetos é o processo através do qual se aplicam conhecimentos, capacidades, instrumentos e técnicas às atividades do projeto de forma a satisfazer as necessidades e expectativas das diversas partes interessas. Quanto ao sucesso em projetos, o *The Standish Group* (2011) indica que somente 37% dos projetos mundiais analisados foram bem-sucedidos ao cumprir o orçamento, cronograma e qualidade planejados. O mesmo estudo indicou a taxa de sucesso de 75% para empreendimentos que empregam os conceitos de gerenciamento modernos, indicando que há um enorme interesse nas técnicas abordadas.

De acordo com o PMBOK (2013), o gerenciamento de projetos acontece por meio de processos que se relacionam de diferentes formas e asseguram o fluxo eficaz. Esses processos são agrupados em cinco categorias (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento) detalhadas a seguir e em cada processo é produzido um conjunto de atividades relacionadas de forma dinâmica que operam em entradas específicas, objetivando saídas também específicas (Figura 6).

Figura 6 Elementos gerais dos processos de gerenciamento

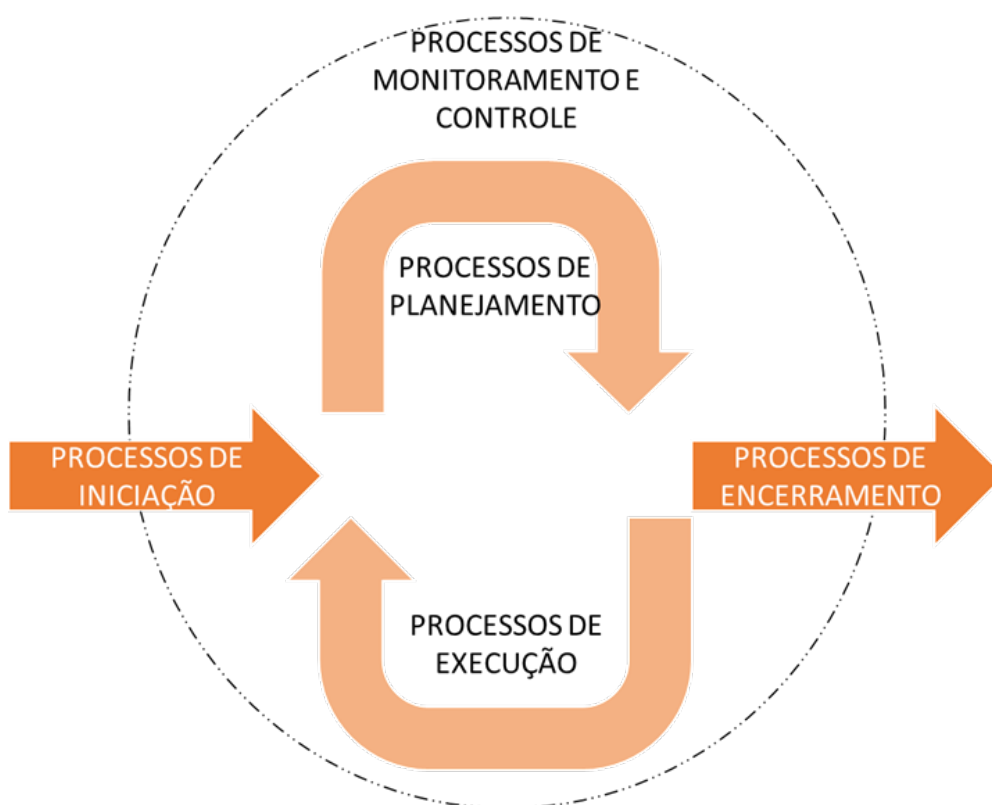


FONTE: Baseado no PMBOK, 2013

Estas categorias representam o ciclo de vida dos projetos, ou seja, as diferentes fases às quais o projeto é submetido, determinadas pela necessidade de gerir e controlar, a natureza e a complexidade do projeto e qual a área que se destina. São marcadas por um conjunto de atividades que se relacionam visando ao alcance de um objetivo definido previamente, possuindo entradas, ferramentas e técnicas e saídas (PMBOK, 2013). Como o gerenciamento de projetos é algo dinâmico, os processos de gerenciamento também são, decorrendo de forma integrada e conectada entre eles, visando, acima de tudo, facilitar a coordenação e evitar conflitos de informação. Conforme apresentado anteriormente e detalhado a seguir, as cinco categorias são:

- Processos de iniciação: realizados para definir um novo projeto ou uma nova fase. São marcados pela autorização oficial para início do projeto ou fase;
- Processos de planejamento: são considerados como o processo mais importante do fluxo já que é nesse estágio que o escopo e os objetivos são refinados com foco no produto final. Segundo CLELAND e IRELAND (2002), planejamento é o processo de análise e explicação dos objetivos, metas e estratégias necessários para que o projeto seja realizado;
- Processos de execução: etapa em que os trabalhos são verdadeiramente realizados segundo o planejamento definido anteriormente;
- Processos de monitoramento e controle: estão presentes ao longo do projeto, monitorando e controlando o progresso e desempenho do mesmo ao longo do tempo;
- Processos de encerramento: destinados ao encerramento oficial do projeto ou fase.

Figura 7 Processos do Gerenciamento de Projetos (Ciclo de Vida)



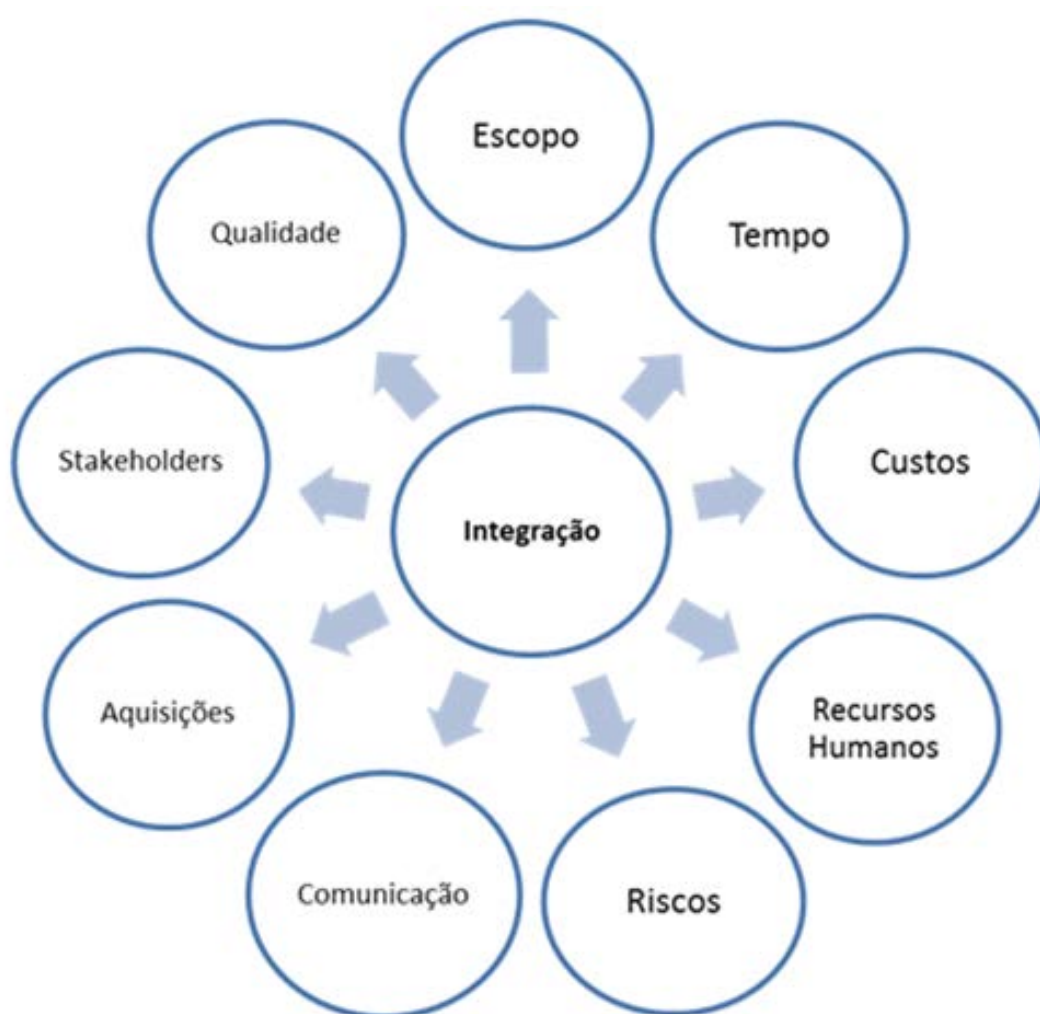
FONTE: Baseado no PMBOK, 2013

Os processos de gerenciamento de projetos estão ligados e interagindo entre si durante todo o projeto. Muitas das saídas de processos são entradas para os subsequentes que se tornam entradas para outros processos subsequentes e assim por diante, até o encerramento do projeto e estão ligados pelos objetivos que produzem e apesar de serem apresentados de uma maneira

distinta e com interface de entrada e saída bem definidos, os processos se sobrepõem, são repetidos e revisados durante o decorrer do projeto.

Esses processos possuem dez áreas de conhecimento com atividades distribuídas ao longo do ciclo de vida do projeto destinadas ao desenvolvimento das diferentes etapas do produto e que foram determinadas devido à influência para realização de um projeto com qualidade. Na Figura 8 são apresentados os conceitos descritos no PMBOK (2013) das referentes áreas:

Figura 8 Áreas de Conhecimento



FONTE: Baseado no PMBOK, 2013

- Gerenciamento de Escopo: descreve os processos envolvidos na verificação de todo o trabalho necessário para que seja concluído o projeto com sucesso. Possui os processos de coleta de requisitos, definição do escopo, criação da EAP (estrutura analítica de projeto), verificação e controle do escopo;

- Gerenciamento de Tempo: essa área descreve os processos relativos ao término do projeto no prazo correto, incluindo definir atividades, sequenciá-las, estimar os recursos, estimar as durações, desenvolver o cronograma e controlar o cronograma;
- Gerenciamento de Custo: descreve os processos envolvidos em planejamento, estimativa, orçamentação e controle de custos, de modo que o projeto termine dentro do orçamento aprovado. Os processos dessa área são: estimar custos, determinar o orçamento e controlar o mesmo;
- Gerenciamento de Recursos Humanos: descreve os processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto. O processo dessa área de conhecimento tem como objetivo determinar os tipos e o perfil dos profissionais, além da hierarquia dos mesmos e quem são os responsáveis por cada parte do projeto. Existe, também, a preocupação com o treinamento da equipe, além da integração e geração de conhecimento, determinando, assim como resolver conflitos antes que eles afetem o projeto. Envolve o desenvolvimento do plano de recursos humanos, mobilização da equipe do projeto, desenvolvimento e gerenciamento da equipe do projeto;
- Gerenciamento de Riscos: descreve os processos relativos ao gerenciamento de riscos em um projeto. Os processos dessa área de conhecimento têm como objetivo determinar riscos, que serão identificados e analisados. Dessa forma, cria-se uma lista de risco identificado, priorizando os mesmos com base no grau de criticidade. Os processos envolvem planejar o gerenciamento dos riscos, identificar os mesmos, realizar a análise qualitativa e quantitativa dos riscos, planejando as respostas para monitorar e controlá-los;
- Gerenciamento de Comunicação: descrevem os processos relativos à geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das informações do projeto de forma oportuna e adequada. Os processos dessa área são: planejar as comunicações, gerenciar as comunicações e controlar/ reportar as comunicações;
- Gerenciamento de Aquisições: descreve os processos que compram ou adquirem produtos, serviços ou resultados, além dos processos de gerenciamento de contratos. Os processos dessa área de conhecimento têm como objetivo determinar o que quer se adquirir, receber as respostas dos fornecedores e selecionar o fornecedor, como se dará o gerenciamento dos contratos, pagamentos, se as entregas estão de acordo com o que foi estabelecido para o fornecedor e, por último, formalizar a finalização do contrato.

Os processos dessa área são: planejar as aquisições, realizar as aquisições, administrar as aquisições e encerrar as aquisições;

- Gerenciamento de Integração: descreve os processos que integram elementos do gerenciamento de projetos, que são identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados dentro dos grupos de processos de gerenciamento de projetos. Os processos dessa área são: desenvolver o termo de abertura do projeto, desenvolver o plano de gerenciamento de projeto, orientar e gerenciar a execução do projeto, monitorar e controlar o trabalho do projeto, realizar o controle integrado de mudanças e encerrar o projeto ou fase;
- Gerenciamento dos Stakeholders (Partes Interessadas): descreve os processos que envolvem as partes interessadas nas decisões e atividades do projeto. Seus principais processos são: identificar, planejar o gerenciamento, gerenciar o envolvimento e monitorar e controlar as partes interessadas;
- Gerenciamento de Qualidade: essa área descreve os processos envolvidos na garantia de que o projeto irá satisfazer os objetivos para os quais foi realizado. Os processos dessa área de conhecimento determinam padrões ou normas de qualidade que devem ser seguidos durante o projeto; realizam a auditoria da qualidade, ou seja, se o trabalho está sendo seguido conforme foi planejado, tentando impedir um produto de má qualidade e garantindo que o que está sendo entregue está de acordo com os padrões e normas pré-definidos. Os processos dessa área são: planejar, realizar a garantia e controle da qualidade. Essa área, em específico, por ter relação direta com o tema deste trabalho, será detalhada a seguir:

2.3. Gerenciamento da qualidade

“Fazer algo com qualidade é fazer corretamente o que se pretende do projeto” (Chambers, Harrison e Johnston, 1997). O gerenciamento da qualidade inclui os processos e as atividades da organização executora que determinam as políticas de qualidade, os objetivos e as responsabilidades, de modo que o projeto satisfaça as necessidades para as quais foi empreendido. Como premissas, pode-se elencar:

- A abordagem proposta no PMBOK (2013) é compatível com a abordagem internacional da gestão da qualidade, com sistemas de gestão da qualidade e com os demais sistemas de gestão descritos e difundidos pela *International Organization for Standardization* (ISO). Essa normativa, intrínseca à qualidade, supõe igualdade por meio de um

nivelamento mínimo e adequado às expectativas explícitas e implícitas do cliente, definindo-se, assim, o padrão de qualidade a ser atingido;

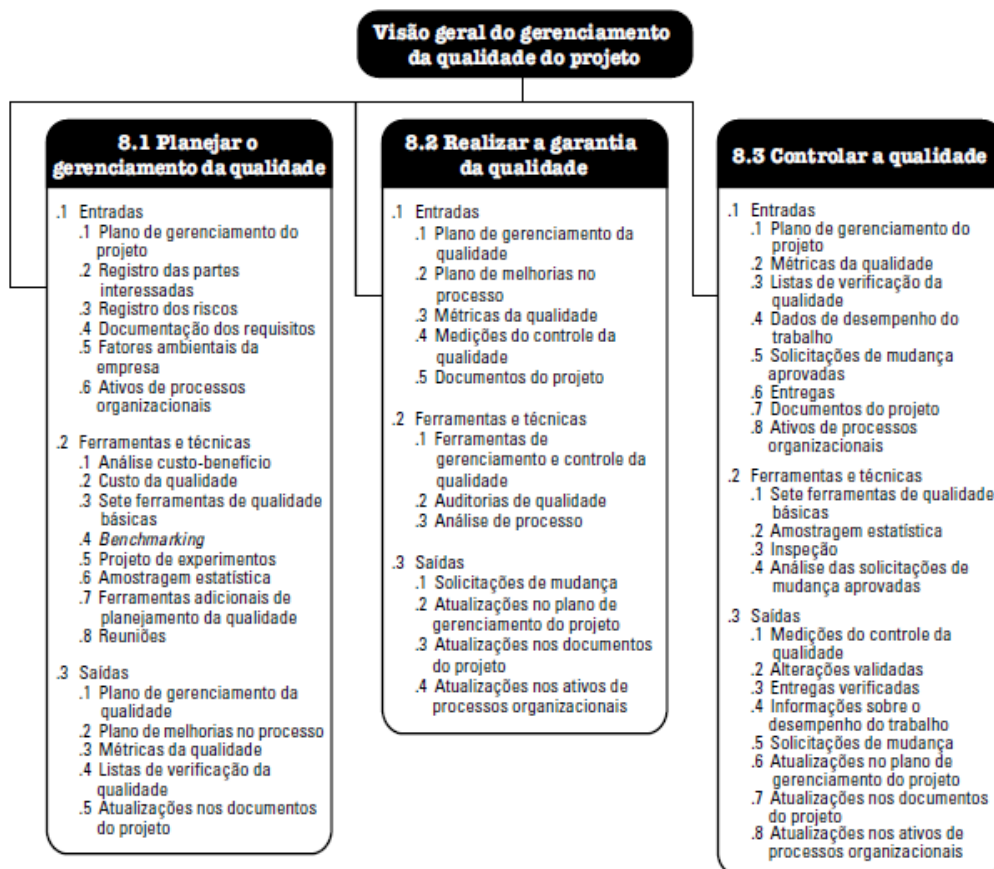
- O gerenciamento da qualidade do projeto deve abordar o gerenciamento do projeto e do produto do projeto;
- A qualidade implica buscar um nível de produto que atenda às necessidades do cliente a ponto de torná-lo satisfeito.

A partir do conceito inicial de Slack, Harrison e Johnston (1997), de que qualidade é fazer o que é certo, percebe-se também que qualidade é atender o cliente em determinado nível de produto que promova ou mantenha a sua satisfação. Assim, há um desafio atrelado a esta área de conhecimento que é relacionar as expectativas de qualidade do cliente juntamente à realização de forma correta do escopo pretendido do projeto.

Infelizmente, mesmo a qualidade associada à tamanha responsabilidade, muitas vezes, não é tratada como prioridade, não possui a atenção necessária e nem o entendimento do quanto a ausência dela pode gerar prejuízos inumeráveis em um projeto específico. Logo, um dos maiores desafios é, de fato, implementar essa conscientização nos profissionais para que a disciplina seja buscada e garantida em cada fase.

Para auxiliar no alcance de tal objetivo, de acordo com o PMBOK (2013) e conforme apresentado, o gerenciamento da qualidade é composto destes processos e atividades:

Figura 9 Processos do Gerenciamento da Qualidade



FONTE: PMBOK, 2013

Conforme visto anteriormente, o projeto tem os respectivos processos de gerenciamento que acompanham o ciclo de vida de realização do projeto (iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle e execução). A Tabela 2 mostra o relacionamento entre o ciclo de vida e os respectivos processos de gestão da qualidade, ilustrando que a qualidade é uma disciplina que deve se fazer presente durante todo o ciclo de vida do projeto.

Tabela 2 Associação entre os processos da qualidade e o ciclo de vida do projeto

Etapas gerais do gerenciamento do projeto	Processos do gerenciamento da qualidade do projeto
Iniciação e planejamento	I. Planejar o gerenciamento da qualidade
Execução	II. Realizar a garantia da qualidade
Controle	III. Controlar a qualidade
Encerramento	IV. Resultados

FONTE: Baseado no PMBOK, 2013

Para um melhor entendimento, tais processos de gerenciamento da qualidade serão desmembrados conforme última versão do guia de boas práticas (PMBOK, 2013).

I. Planejar o gerenciamento da qualidade

O Planejamento da qualidade foca em dois pontos importantes e complementares: os requisitos para um bom desempenho da gestão do projeto e as especificações para o correto cumprimento da qualidade acordada. É o processo de identificação dos padrões ou requisitos de qualidade da gestão e do produto do projeto, além da documentação do modo como o projeto vai demonstrar a sua conformidade aos requisitos de produto e de processo especificados. Para alcançar os objetivos específicos do projeto, um processo estruturado de planejamento definindo quais são as metas almejadas é fundamental.

Para que isso ocorra, inicialmente, deve haver a interpretação correta daquilo que o cliente precisa, ou seja, necessidades e desejos, e diante disso, desenhar um produto ou processo intangível que possa ser gerenciado eficientemente.

Uma ferramenta bastante importante que auxilia a elaboração de planos de controle de qualidade é a gestão à vista. Esta ferramenta, que pode ser estruturada agregando o processo de forma global ou atuar pontualmente representando um fluxo de trabalho específico possui como função principal simplificar o entendimento do processo de trabalho a ser realizado buscando evitar problemas de entendimento e envolvendo de todos que possuem relação com a atividade a ser executada. A gestão a vista será agregada na metodologia proposta neste trabalho.

II. Realizar a garantia da qualidade

Para Mulcahy (2005), realizar a garantia da qualidade determina se os padrões estão sendo atingidos, se o trabalho está sendo melhorado continuamente e se as não conformidades estão sendo corrigidas.

Realizar a garantia da qualidade corresponde a um processo de auditoria dos requisitos de qualidade e dos resultados das medições do controle da qualidade para assegurar apropriado uso dos padrões e das definições operacionais.

Dessa forma, cabe à garantia de qualidade identificar melhorias que a empresa deve empreender para assegurar que os projetos, por ela definidos, sejam capazes de entregar excelência em seus resultados.

Para que isso ocorra, é necessário que existam as entradas (o plano de gerenciamento do projeto e as métricas de qualidade) que foram desenvolvidas no processo anterior (planejamento).

Com os objetivos e as métricas definidos, há o julgamento quanto ao desempenho do projeto, envolvendo a comparação dos níveis de desempenho atuais com o passado e as perspectivas do futuro. Essas avaliações devem ser realizadas, documentadas e divulgadas de acordo com o que foi definido no plano de gerenciamento.

Ainda sobre como acontece a garantia da qualidade, as ferramentas são os instrumentos principais para atestar as comparações, pois elas são capazes de ilustrar o que há de errado e que pode ser corrigido. Os principais instrumentos são:

- Ferramentas técnicas: histograma, gráfico de controle, diagrama de dispersão e amostragem estatística;
- Auditorias de qualidade: identificação das conformidades do processo com padrões estabelecidos no plano de qualidade do projeto;
- Análise do processo: entrega de uma das fases do projeto pelo responsável, verificando sempre o que está sendo realizado.

Os pontos para correção podem agregar para as lições aprendidas no final e, posteriormente, para a correção dos desvios de processo do projeto e organizacionais.

De forma geral, as principais saídas desse processo são:

- Mudanças solicitadas: as mudanças serão solicitadas, analisadas e implantadas;
- Atualizações dos documentos do projeto: depois que houver as mudanças solicitadas, alguns documentos técnicos ou de gestão deverão ser atualizados;

- Atualizações dos ativos dos processos organizacionais: o aprendizado aprendido no resultado da garantia da qualidade deverá contribuir para o desenvolvimento da organização;
- Atualizações do plano de gerenciamento do projeto: todas as mudanças implantadas durante o processo deverão ser adicionadas ao plano.

Dessa forma, a garantia de qualidade nada mais é que observar, gerenciar, buscar *feedbacks*, trocar ideias e verificar como as atividades estão acontecendo.

III. Controlar a qualidade

A melhor maneira de obter a melhoria contínua numa organização é monitorando, avaliando e melhorando o desempenho organizacional de todos os departamentos, de todas as equipes de trabalho e de todas as pessoas.

O controle de qualidade acontece quando se faz o uso de padrões almejados (metas as quais são comparadas com o desempenho obtido por meio de métricas - indicadores de desempenho) estabelecidas pela equipe do projeto. É no processo do controle de qualidade que se definem os limites de tolerância para as variações aceitáveis entre os padrões almejados e os resultados obtidos. Nesse sentido, entende-se que um gerenciamento eficiente do projeto ocorre quando os desvios dos controles são os menores possíveis.

Para que se suceda corretamente o controle da qualidade, precisa-se que, nesse processo, estejam prontas as entradas que já foram elaboradas nas etapas anteriores, ou seja, o plano de gerenciamento da qualidade, as métricas da qualidade, a lista de verificação, medições de desempenho de trabalho, solicitações de mudanças aprovadas, entregas e ativos de processos organizacionais.

Com o objetivo de medição e registro do desempenho, atualizações de documentações e validação de entregas, o controle de qualidade é o principal *input* para garantir a qualidade do gerenciamento do projeto e do produto final desse.

Vale destacar que a garantia de qualidade e o controle de qualidade possuem diferenças e, ao mesmo tempo, se completam. A garantia trata da prevenção, enquanto o controle, da correção. A garantia se preocupa como é feito o processo, enquanto o controle, do que é feito o processo. Apesar dessas diferenças, o controle e a garantia se completam traduzindo em gerenciamento de qualidade.

A busca da qualidade necessita ser uma inquietação efetiva, processual e constante, utilizando as técnicas e ferramentas mais eficazes e modernas para que haja maior facilidade e

agilidade no processo. Essa busca pela qualidade constante dos projetos é fundamental e quase intrínseca às empresas atuais que estão inseridas em um mercado cada vez mais dinâmico.

IV. Resultados

Os resultados da gestão da qualidade são os produtos finais obtidos após a realização do controle da qualidade, ou seja, é a obtenção da conformidade ou não conformidade após as inspeções realizadas para avaliar se os requisitos de qualidade foram atendidos com êxito. Esses resultados devem ser sempre registrados para que seja garantida a rastreabilidade das atividades realizadas e monitoramento das situações que gerem pendências a serem conferidas em um segundo momento.

2.4. Metodologia ágil

De forma evolutiva, o Gerenciamento de Projetos acompanha a necessidade das organizações, suportando o processo de tomada de decisão. Com o aumento da complexidade dos projetos, volatilidade de cenários e das incertezas associadas, métodos ágeis ganharam espaço (SCHWABER, 1995). Em 2001 foi publicado o primeiro documento oficial desta metodologia, o Manifesto Ágil realizado por um grupo de profissionais veteranos na área de software dos Estados Unidos, que reuniu quatro valores apresentados a seguir.

- **Indivíduos e interação entre eles** mais que processos e ferramentas;
- **Softwares em funcionamento** mais do que documentação abrangente;
- **Colaboração com o cliente** mais que negociação de contratos;
- **Responder a mudanças** mais que seguir um plano.

Ou seja, mesmo havendo valor aos itens à direita, valorizamos mais os itens à esquerda.

Os doze princípios ágeis foram cunhados a partir do Manifesto e podem ser vistos em seguida:

- Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente por meio da entrega cedo e frequente de software com valor;
- Mudanças de requisitos são bem-vindas, mesmo em fases tardias do desenvolvimento. Os processos ágeis utilizam a mudança em favor da vantagem competitiva para o cliente;

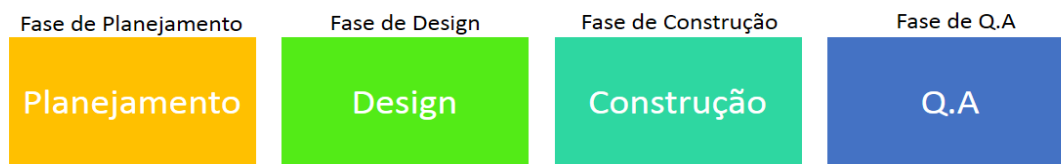
- Entregar software em funcionamento com frequência, desde a cada duas semanas até a cada dois meses, com uma preferência por prazos mais curtos;
- As pessoas do negócio e os desenvolvedores devem trabalhar em conjunto diariamente ao longo do projeto;
- Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê-lhes o ambiente e o suporte que precisam e confie neles para realizarem o trabalho;
- O método mais eficiente e efetivo de se transmitir informação para e entre uma equipe de desenvolvimento é a conversa face a face;
- Software em funcionamento é a principal medida de progresso;
- Os processos ágeis promovem o desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter indefinidamente um ritmo constante;
- A atenção contínua à excelência técnica e a um bom projeto aumentam a agilidade;
- Simplicidade – a arte de se maximizar a quantidade de trabalho não é feita – é essencial;
- As melhores arquiteturas, requisitos e projetos emergem de equipes que se auto-organizam;
- Em intervalos de tempo regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais efetiva e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

Segundo Shenhar e Dvir (2007) as práticas de Gerenciamento de Projetos foram disseminadas no decorrer dos anos por meio da sistematização de guias de conhecimento que apresentam um conjunto de ações, técnicas e ferramentas para gerir projetos de qualquer natureza. Esses guias atualmente são rotulados de métodos tradicionais devido ao surgimento de novas teorias, que propõem princípios, ações, técnicas e ferramentas, ditos novos e que se denominam por Métodos Ágeis. As metodologias ágeis estão cada vez mais em evidência, devido, principalmente, a sua adoção e aceitação pela indústria de TI (Ambler, 2008).

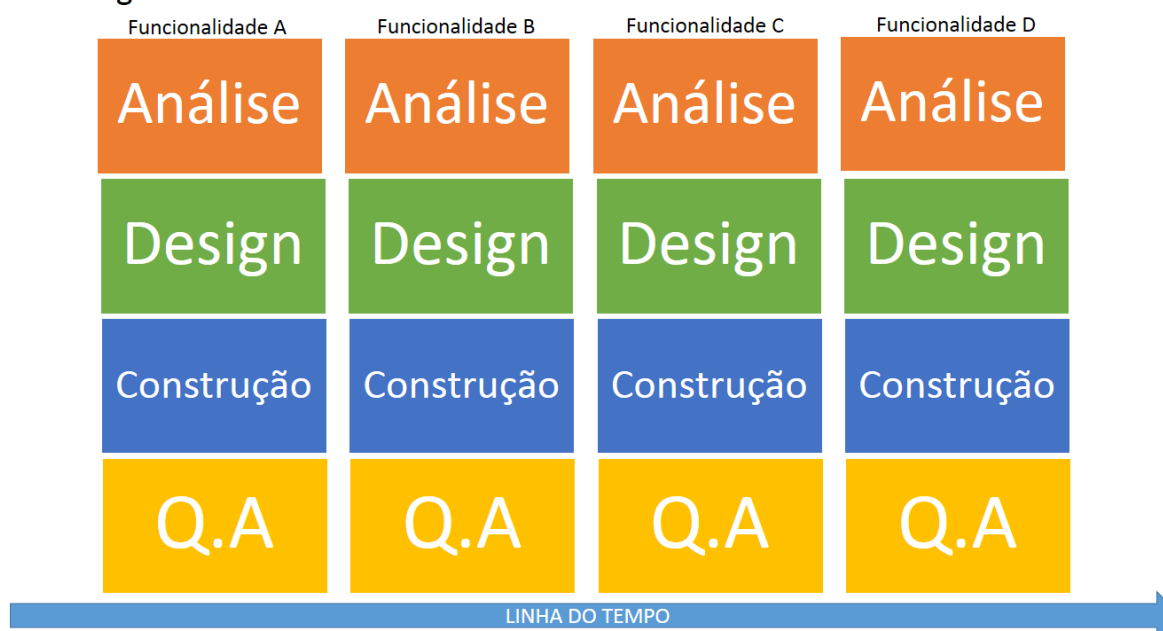
Para um melhor entendimento das diferenças entre os métodos tradicionais e os ágeis, Eder *et al.* (2013) apresenta um trabalho comparativo que remete às diferentes metodologias de gerenciamento de projetos. A pesquisa utilizou, a princípio, uma revisão bibliográfica com o intuito de identificar as práticas recomendadas em cada abordagem. O resultado foi a identificação de características críticas que diferenciam o uso de uma ou outra abordagem. Os autores geraram um modelo conceitual e apresentaram como resultado da pesquisa que a diferença principal das abordagens analisadas está nas técnicas empregadas.

Figura 10 Princípios Tradicionais e Princípios Ágeis

Ciclo Waterfall



Ciclo Ágil



FONTE: Eder, 2013

Tabela 3 Quadro comparativo - Método Tradicional e o Método Ágil

Área do processo	Gerenciamento Tradicional	Gerenciamento Ágil
Escopo	Bem definido nas fases iniciais do projeto e formalizado através da WBS (Work Breakdown Structure)	Escopo é definido em alto nível e os requisitos são priorizados e definido de forma iterativa. Necessita de maior controle de gold plating.
Tempo	Cronograma detalhado para a realização de todo o projeto.	Cronograma orientado a produto com entregas incrementais de 2-4 semanas.
Custo	Monitoração das alterações para que não afete o custo planejado.	Necessita de maior controle em função da rapidez na incorporação de alterações.
Qualidade	Processos de Verificação e Validação e planos de testes.	Programação em pares, testes incrementais e refatoração.

Riscos	Análise de riscos durante todo o ciclo de vida do projeto.	Aplica-se o mesmo conceito do gerenciamento tradicional.
Comunicação	Documentado e formal.	Implícita, interpessoal e colaborativa.
Recursos Humanos	Papéis claros e bem definidos.	Confiança nos membros da equipe e ambiente colaborativo.
Aquisição	Controle por contrato e escopo bem definido e documentado.	Presença do cliente, volatilidade de requisitos e pouca documentação tornam o processo um desafio.
Integração	Plano do Projeto detalhado e controle total do projeto pelo gerente.	Plano do projeto evolutivo. Gerente do Projeto atua como facilitador.

FONTE: Eder, 2013

Nesse mesmo trabalho, Eder *et al.* (2013) apresenta sumário das características do gerenciamento ágil que são apresentadas a seguir.

- Objetivo principal: orientado por produto e centrado em pessoas;
- Tipo de projeto: projetos com mudanças constantes e que necessitam de respostas rápidas;
- Tamanho: mais efetivo em projetos pequenos;
- Gerente de projeto: papel de facilitador ou coordenador;
- Equipe do projeto: atuação colaborativa em todas as atividades do projeto;
- Cliente: essencial. Deve ser parte integrante da equipe do projeto;
- Planejamento: curto e com a participação de todos os envolvidos na elaboração do planejamento;
- Modelo de desenvolvimento: interativo e incremental;
- Comunicação: informal;
- Controle de mudanças: dinâmico e com rapidez de incorporação nas iterações.

Uma das ferramentas de referência das metodologias ágeis é o *Scrum Framework* de processos com foco em gestão de projetos, o *Scrum* é baseado em práticas e valores ágeis, promovendo a comunicação efetiva entre os membros da equipe, através de curtas iterações (Schwaber, 2004). Ciclos de *feedback* constituem o núcleo da técnica de gerenciamento, que são usados em oposição ao tradicional gerenciamento sequencial. É uma forma de planejar e gerenciar projetos trazendo a autoridade da tomada de decisão para os times envolvidos no desenvolvimento das entregas do projeto.

Em diferente perspectiva, Amaral e Conforto (2014) comentam que o *Scrum* não possui mecanismos eficazes para gerenciar multiprojetos ou várias equipes ágeis ao mesmo tempo, assim como dimensionar recursos e compartilhá-los entre as equipes.

No tocante à Engenharia Civil, mais especificamente à Construção Civil, uma ferramenta de mecanismo ágil amplamente utilizada é o Sistema Kanban, comumente aplicado para relacionar os processos subsequentes e limitar o uso de materiais na execução dos serviços. Essa ferramenta é sustentada por estes itens (Yasuhiro, 2015):

- Sincronização da produção;
- Padronização das operações;
- Redução do tempo de preparação;
- Atividades de melhoria;
- Projeto de leiaute das máquinas;
- Autonomiação.

Sistema Kanban representa um sistema de informações que controla harmoniosamente as quantidades de produção em cada processo e relaciona os colaboradores relacionados a cada atividade (YASUHIRO, 2015).

Considerado um método ágil, o conceito do *Lean Production* que foi desenvolvido em ambiente de manufatura, mais especialmente na indústria automobilística adotou o termo *lean* (enxuto) objetivando caracterizar esse novo paradigma da produção que, em comparação ao paradigma da produção em massa, utiliza metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK; JONES; ROOS, 1992).

O *Lean Construction* consiste na adaptação da *Lean Production* à indústria da construção. Surge em 1990, tendo como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* (Koskela 1992).

ARANTES (2008) traz que a construção é uma indústria com séculos de existência. A sua cultura e os seus métodos estão enraizados em períodos anteriores à análise científica, o que

levanta alguma preocupação, uma vez que o setor tem a conotação de ser atrasado tecnologicamente, de adotar mão-de-obra desqualificada e de apresentar elevado desperdício de material e de outros recursos; ou seja, antes de “industrializar” a construção, é necessário ter o controle do processo que é um dos objetivos do Lean (ARANTES, 2008).

Stare (2014) traz a necessidade em reconhecer que os métodos ágeis, antes de tudo, concentram-se na fase de execução de um projeto e não define todo o ciclo de vida do projeto, que, em princípio, permanece o mesmo (iniciação, planejamento, execução e encerramento), com exceção da última parte da iniciação, a definição de especializações, e a parte do planejamento que são transferidas para a fase de execução.

Neste trabalho, busca-se inovar no âmbito da temática do controle da qualidade e trazer alguns dos elementos acima apresentados e que estarão identificados no próximo capítulo. Entende-se que o controle da qualidade de obras necessita de um aumento na liberdade das ações principalmente na fase de execução e de implantação de técnicas modernas de gestão de projetos, devendo englobar, dessa forma, os métodos ágeis. Conforme explicitado anteriormente, entende-se que os métodos ágeis devem ser aplicados em pequenos grupos com planejamentos sucessivos de ações, indicando uma das características buscadas na concepção deste método de garantia da qualidade.

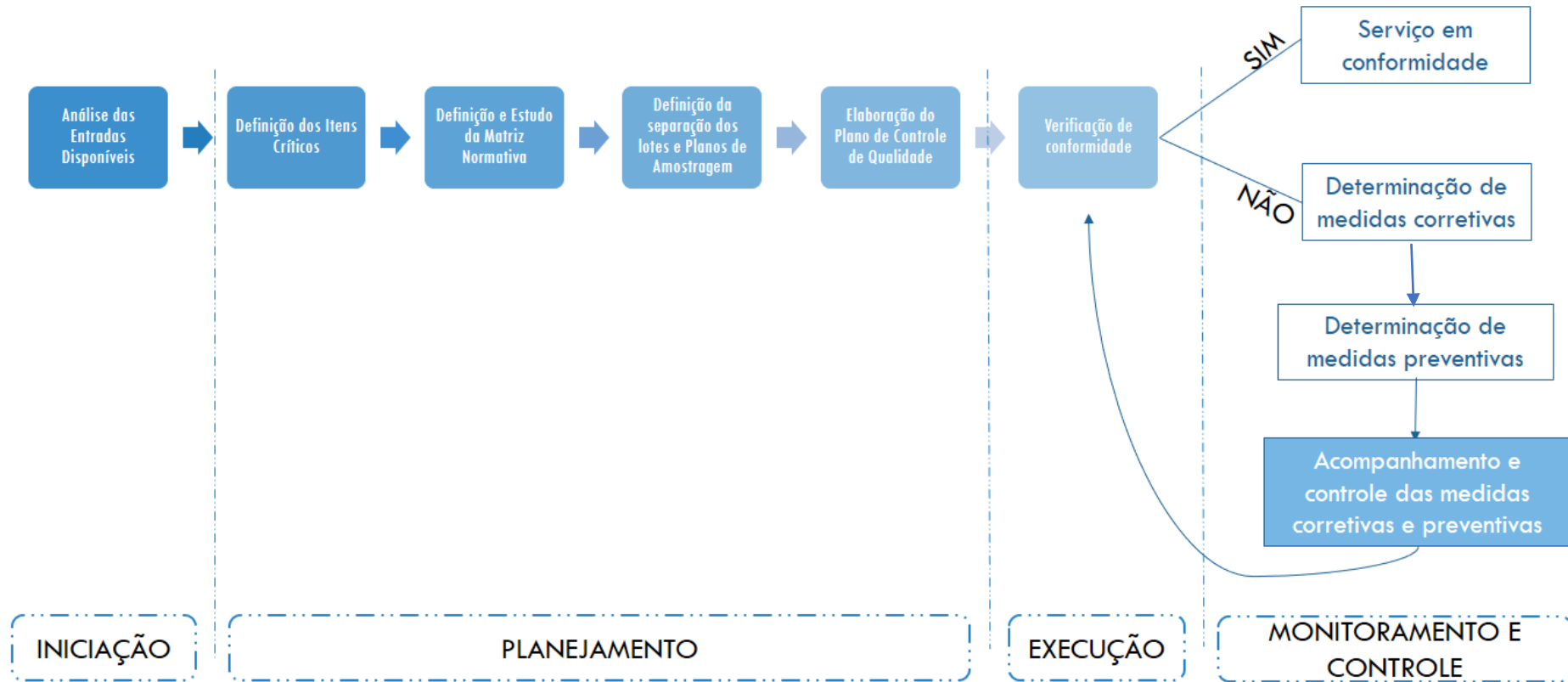
Neste capítulo, foram apresentadas diferentes metodologias de gestão consagradas e já aplicadas em diferentes trabalhos e estudos do meio acadêmico. Conforme já indicado e justificado anteriormente, a concepção do método de controle da qualidade proposto por este trabalho seguirá os conceitos do PMBOK, da ISO 9000:2015 e trará elementos da metodologia ágil, buscando remodelar e inovar os processos com vistas a melhoria da qualidade em obras, conforme capítulo a seguir.

3 CONCEPÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

A concepção do método buscou remodelar os conceitos oriundos de Gestão de Projetos – PMBOK, ISO 9000:2015 e Metodologia Ágil para o contexto da controle da qualidade de obras. Especialmente no relativo à formulação originada do PMBOK, o projeto (obra) será avaliado ao longo do Ciclo de Vida do Projeto durante as fases de Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle e Encerramento através da modelagem para o âmbito da Construção Civil os processos, já vistos anteriormente, da área de conhecimento Qualidade. O conceito de abordagem de processo indicada na ISO 9001:2015, conforme ilustrado nas referências bibliográficas, baseia diretamente o fluxo proposto da metodologia. Os elementos da metodologia ágil serão inseridos na fase de Execução que, consoante ao que foi visto no capítulo anterior, é a etapa mais adequada à aplicação.

Na Figura 11 é apresentado fluxo proposto da metodologia para controle da qualidade de obras e, a seguir, serão descritos cada etapa de trabalho a ser aplicada:

Figura 11 Fluxo do Processo – Método de Controle da qualidade



FONTE: Autor

3.1. Iniciar o Controle da Qualidade - Etapas de Trabalho

3.1.1. Análise das entradas disponíveis

Para se realizar o posterior Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle da Qualidade, deve-se conhecer profundamente o escopo do objeto de estudo, ou seja, conhecer o escopo da obra e das especificidades que estão a ela atreladas. Nessa etapa, é importante estudar os documentos licitatórios, se caso for obra pública (edital, termo de referência, proposta técnica), os documentos básicos para a Supervisão (contrato da obra, projetos, especificações técnicas) e outros documentos relevantes, como normas técnicas específicas para realização do empreendimento, literaturas e quaisquer outros que possam fornecer instrução do escopo da obra.

Essa etapa é de grande relevância visto que servirá como fundamentação para o desenvolvimento das etapas de trabalho subsequentes. Dessa forma, o envolvimento de toda equipe e o desprendimento de tempo para estudo, pesquisa e leitura sobre o assunto são de grande relevância.

3.2. Planejar o Controle de Qualidade - Etapas de Trabalho

3.2.1. Definição dos itens críticos

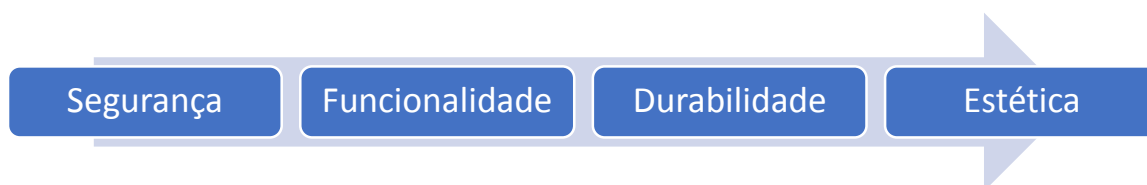
É sabido que, em uma obra, existem diversos materiais, serviços e aquisições relacionadas às diferentes fases de execução e que existe grande dificuldade quando se busca controlar todos esses. Assim, entende-se que é aconselhável focar no primordial para garantir que esses não apresentem falhas.

Dessa forma, após obter o entendimento da matéria e análise de toda documentação disponível, deve-se definir os itens críticos a serem controlados com maior atenção, podendo ser classificados como serviços, materiais ou aquisições para o empreendimento.

A definição desses em cada classe está atrelada aos riscos oferecidos às pessoas envolvidas no empreendimento e à construção propriamente dita. Itens que oferecem riscos estruturais ao empreendimento, e, conseqüentemente, riscos de segurança às pessoas envolvidas devem ser considerados prioritários no controle da execução e aplicação, por conseguinte, no controle da qualidade. Como exemplos em obras verticais,

pode-se citar o concreto, material responsável por fornecer maior parte da resistência do empreendimento. Itens que oferecem riscos funcionais também devem ser tratados com importância, visto que a má execução pode comprometer a funcionalidade da construção. Após análise desses itens, deve-se ainda considerar como críticos aqueles que possuem características de durabilidade e estética com importância para o produto final. Os objetivos, características e tipologias dos projetos serão de extrema importância para a definição das principais linhas de risco a serem controladas e evitadas, sendo assim fundamentais na definição dos itens críticos do projeto. Neste trabalho, não serão integrados os riscos relacionados à Segurança do Trabalho e Meio ambiente, tratando apenas dos riscos inerentes à qualidade dos serviços, materiais e aquisições realizados.

Figura 12 Categorização dos itens críticos



FONTE: Autor

Tal classificação, por vezes, não é algo simples e, comumente, é tratado como algo subjetivo, vinculado à experiência da equipe envolvida no empreendimento. É importante registrar que esses itens devem ser escolhidos a partir de um bom embasamento técnico da tipologia da obra, dos projetos disponíveis e de problemas já conhecidos em obras semelhantes a de estudo.

Essa etapa é uma das mais importantes para que o controle da qualidade possua êxito, visto que tal escolha deve filtrar exatamente os itens essenciais à garantia da qualidade do produto final.

3.2.2. Definição e estudo da matriz normativa

Após a escolha dos itens a serem avaliados de forma mais efetiva, deve-se definir os documentos de referência que servirão de subsídio para elaboração dos planos de controle da qualidade, que podem ser normas, especificações técnicas, memoriais descritivos, catálogos, dentre outros. Esse material deve oferecer parâmetros que ajudarão na análise da qualidade do material, serviço ou aquisição.

Deve-se buscar, nos documentos de referência, os parâmetros referentes à aceitação do serviço, material ou aquisição, grifando os pontos que podem ser falhos dentro de um universo de obra. Atenção às especificações a forma de armazenamento, formação de lotes e amostras e a aplicação ou execução do material ou serviço.

3.2.3. Definição da separação de lotes/ amostragem

É de conhecimento que, num universo de construção, com sequenciamento de serviços semelhantes e aplicações de materiais semelhantes, a amostragem total não é algo prático. Assim, buscando garantir alcançar todos os itens críticos de forma amostral, estipulam-se lotes e amostras representativas do universo de estudo. As dimensões e características dos lotes e amostras dependerão exclusivamente do serviço e da respectiva prescrição normativa.

Após o estudo da literatura disponível a cada item crítico, deve-se identificar como serão realizados a separação dos lotes e, por consequência, os planos de amostragem de forma a garantir a representatividade do serviço ou material que se deseja conferir. Alguns materiais e serviços possuem especificidades e técnicas próprias que apresentam tais divisões; outros devem passar por estudo mais detalhado para definição de tais parâmetros.

Esses parâmetros podem ser reavaliados ao longo do processo a depender do êxito de tal análise; algumas vezes, percebe-se que a quantidade de amostras avaliadas é inferior às necessárias para representar o universo de estudo; em outras, nota-se que o serviço ou material se mostra com comportamento linear, comportando lotes maiores e, conseqüentemente, um menor número de amostras.

3.2.4. Elaboração do plano de controle de qualidade

Trata-se da elaboração de um conjunto de processos manuais, procedimentos e formulários que vão garantir que a qualidade seja documentada, analisada e entregue à equipe de fiscalização, e que análises críticas possam ser realizadas garantindo, assim, a implementação de ações de melhorias.

O Plano de Controle de Qualidade, representado em forma de documento pelo Relatório de Serviço é o compacto de todas as informações colhidas ao longo das atividades acima descritas que, como resultado, fornecerão as Instruções de Qualidade e os Cadastros de Serviços e Ensaio, documentos que serão aplicados no processo da

Figura 13 para verificação da conformidade dos itens críticos definidos inicialmente e consequente controle de qualidade da obra:

Figura 13 Relatório de Serviço



FONTE: Autor

Nessa fase, os Cadastros de Serviço e as respectivas Instruções de Qualidade deverão ser geradas de acordo com as fases do andamento do empreendimento. Ou seja, deverão ser realizadas em paralelo à evolução dos serviços da obra, ou seja, orientadas ao produto (obra) com entregas incrementais a depender da demanda (*sprints*). Essa característica é fundamentada na metodologia ágil e busca garantir maior agilidade no trabalho e maior interação com o produto.

Além disso, principalmente nessa etapa, o conceito da ferramenta *Scrum* é implantada visando à comunicação efetiva entre os membros da equipe com ciclos de *feedback*, buscando a autonomia da tomada de decisão para os times envolvidos na entrega do produto. A decisão de evolução dos Cadastros de Serviço e respectivas

Instruções da Qualidade é um exemplo de decisão a ser tomada de forma ágil e autônoma da equipe de projeto.

A gestão à vista também é uma ferramenta que auxilia a elaboração destes planos visando facilitar o entendimento especialmente do fluxo global de execução dos serviços. Inclui a identificação dos colaboradores responsáveis por cada etapa deste o início ao fim de cada processo executivo, gerando um grande ganho a produtividade minimizando possíveis de comunicação.

3.2.4.1. Controle de processo e controle de aceitação

Visando especificar qual controle está se buscando no material ou serviço, estipulam-se dois vieses de controle de qualidade: o Controle de Processo e o Controle de Aceitação. Controle de Processo busca avaliar a qualidade do processo executivo da obra, isto é, julgar se o processo de execução está sendo realizado nas etapas determinadas e da forma correta. No que é relativo ao Controle de Aceitação, busca-se checar se os parâmetros e indicadores estipulados nas normas e documentos que regem os materiais e serviços da obra estão sendo atendidos.

Como exemplo, toma-se o concreto; no tocante ao Controle de Processo, procura-se avaliar se as etapas desse serviço estão sendo respeitadas e se a qualidade do processo está atendida. No Controle de Aceitação, trabalha-se para avaliar os resultados dos ensaios do Concreto e os demais parâmetros que esse deve alcançar segundo, por exemplo, as NBR 6118:2003 e NBR 12655:2015. Esses dois controles unidos de forma correta devem gerar a rastreabilidade do processo de controle de qualidade, garantindo que os itens críticos sejam analisados nos diferentes conceitos. A forma de garantir a rastreabilidade depende das especificidades de cada item crítico, podendo ser utilizadas como ferramentas a gestão a vista, planilhas automatizadas ou mapas de fluxo que tragam informações agregadoras dos diferentes controles.

Em resumo, o Controle de Processo foca no processo propriamente dito e utiliza como instrumento na obra os Cadastros de Serviços; o Controle de Aceitação foca no resultado de ensaios e utiliza como ferramenta os Cadastros de Ensaio em campo e laboratório. No Capítulo 4 a seguir, serão apresentados modelos aplicados no Estudo de Caso.

3.2.4.2. Relatório de serviço

É sabido que para a realização de uma fiscalização de obra efetiva, os profissionais envolvidos devem entender do objeto de estudo para que possa realizar o controle da qualidade dos serviços. Assim, essa metodologia prevê a elaboração de procedimentos (Instruções de Qualidade) que explicitem os serviços a serem controlados, devendo abranger, principalmente:

- Materiais a serem utilizados para aferir o serviço;
- Métodos de execução de serviços; e
- Procedimento de conferência do serviço.

Para elaboração desse documento (Instrução de Qualidade), deve-se tomar como referência as normativas vigentes e memoriais descritivos referentes ao serviço, como também outros documentos disponibilizados como entradas do projeto. Como etapas para a elaboração desses procedimentos, pode-se listar:

1. Inicialmente, deve-se envolver os responsáveis da obra e especialistas, pois são eles que conhecem a fundo a tarefa e podem apontar suas particularidades;
2. Analisam-se e conferem-se todas as normas aplicáveis e os projetos e memoriais descritivos referentes à obra
3. Descrevem-se todas as etapas do procedimento, incluindo os materiais exigidos para sua execução e os respectivos resultados esperados;
4. Destacam-se as etapas críticas do serviço em questão, apontando cuidados especiais caso necessário;
5. Indica-se rotina de checagem a ser feita para verificar se a tarefa foi realizada adequadamente.

Nesta etapa, em consonância com o manifesto ágil, o contato com o cliente é direto com o objetivo de envolvê-lo na elaboração e na definição de requisitos que vão além dos parâmetros normativos e que mereçam especial atenção. Após elaboração e aprovação, devem ser arquivados de forma organizada e acessível a todos os envolvidos para consulta sempre que necessário. Vencida a etapa de consolidação, chega o momento da aplicação das ferramentas do Plano de Controle de Qualidade descritas ao longo deste capítulo.

3.3. Executar e Monitorar o Controle da Qualidade- Etapas de Trabalho

3.3.1. Verificação de conformidade e acompanhamento das medidas corretivas/preventivas

Nessa etapa, serão aplicados os conceitos adquiridos e materiais produzidos anteriormente à obra. O que se busca é identificar quais os desvios encontrados em relação aos parâmetros estipulados no Relatório de Serviço e, conseqüentemente, preveni-los e mitigá-los; esses desvios são chamados de não-conformidades e devem ser identificados e rastreados através das fichas de Cadastros de Serviços e Cadastro de Ensaios, apresentados anteriormente. Quando se trata do Cadastro de Serviços, a não-conformidade identificada é monitorada desde a descrição do problema, a solução proposta e a análise da nova inspeção após ajustes. Já nos Cadastros de Ensaios, quando uma não-conformidade é encontrada, ou seja, os resultados dos ensaios não são atendidos, deve-se realizar um novo Cadastro visando atingir os índices propostos. As ações acionadas variam a depender das características da obra e precisam ser adotadas com prontidão para que maiores problemáticas não se desenvolvam.

É um desafio a aplicação e manutenção de algumas das ferramentas aqui apresentadas em um empreendimento da Construção Civil visto às singularidades e dinamismo do processo, mas, quando atreladas a outras ferramentas de gestão, principalmente de monitoramento e controle, e fundidas em uma metodologia específica, a aplicação se torna viável e essencial ao bom andamento da execução.

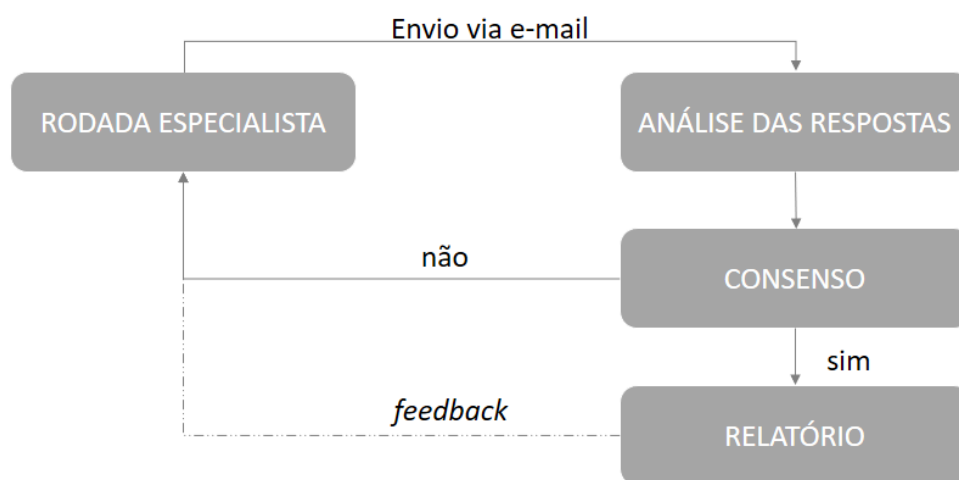
Como explanado no capítulo anterior – revisões bibliográficas, foram utilizados para concepção deste método os conceitos de gestão do PMBOK, da ISO 9000:2015 e de elementos da Metodologia Ágil devido às similaridades entre as teorias e o escopo do método a ser estruturado. Demais metodologias não foram empregadas pela ausência de características que indiquem a aplicabilidade correta dos conceitos pregados.

No próximo capítulo, tal método será validado a partir do Método Delphi para, subsequentemente, ser aplicado em Estudo de Caso e prover um melhor entendimento e conhecimento dos efeitos na prática da aplicação.

4 VALIDAÇÃO DO MÉTODO

O método utilizado para validação do método proposto é o Delphi. Desenvolvido no início dos anos 60, por Dalkey e Helmer (KAYO E SECURATO, 1997), a técnica Delphi é indicada para situações em que não existem informações precisas ou dados históricos, ou em casos nos quais se deseja estimular novas ideias. Vantagens como o baixo custo e a condução ao pensamento independente e evolução gradual das opiniões também são algumas que podem ser citadas ao método Delphi (CUTRIN, 2017).

Figura 14 Sequência de execução do Método Delphi



FONTE: Padrão Delphi

Para início, foi necessário identificar os critérios para seleção dos especialistas a participarem da validação do método pela técnica Delphi. Partindo da premissa de que se busca obter opiniões que relacionem a teoria proposta e a aplicabilidade na prática, adotaram-se estes critérios para seleção:

Tabela 4 Critérios para seleção dos especialistas
CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS ESPECIALISTAS

CRITÉRIO	MÉTRICA
Formação	Engenharia Civil
Experiência em obras civis	Mínimo de dez anos
Experiência em controles de qualidade	Mínimo de oito anos

FONTE: Autor

A escolha das métricas para seleção dos especialistas foi realizada com base em outros trabalhos de mesma temática, como SCHREIBER (2015) e FRANCO (2009), ambos listados nas referências bibliográficas e na percepção do autor quanto à expertise necessária para a análise proposta.

Para manter o anonimato dos especialistas, apresenta-se a discriminação das características individuais de cada um em relação aos critérios de seleção. Ademais, ressalta-se que a seleção dos especialistas tomou como base o conhecimento do mercado decorrente da experiência prática do próprio autor deste trabalho.

Tabela 5 Características gerais dos especialistas que colaboraram para o trabalho

ESPECIALISTA	Experiência em obras civis (anos)	Experiência em controles de qualidade (anos)
A	11	8
B	10	10
C	30	25
D	32	30
E	28	15
F	10	9
G	10	8
H	12	8
I	10	8
J	24	15

FONTE: Autor

Consoante a literatura conhecida, não há parâmetros para o estabelecimento de um número mínimo ou máximo de especialistas, estando a escolha relacionada ao tipo de análise que se deseja obter. Para este trabalho, optou-se por restringir o grupo com a exigência de um maior tempo de experiência na área de estudo (controles de qualidade)

visando adquirir opiniões com maior embasamento técnico. Todos os participantes continuam atuando na área civil e trabalham com controles de qualidade em obras.

A definição do número de rodadas a serem realizadas neste trabalho dependeu especificamente da obtenção de um nível de consenso aceitável para que as correções e sugestões pudessem ser absorvidas. Por se tratar de um método de controle de qualidade, o maior desejo de aplicação desta ferramenta foi obter diferentes concepções sobre a estrutura e princípios do material buscando, por fim, obter dados conclusivos.

Foram realizadas 3 rodadas e, pela relativa facilidade de comunicação com os entrevistados, o tempo de cada rodada foram 3 dias. O questionário inicial realizado e enviado apresentou 20 itens que buscaram, além de uma revisão da literatura, identificar o posicionamento de cada um com relação às metodologias e premissas abordadas no método proposto neste trabalho.

Na estruturação do primeiro modelo de questionário, os quesitos foram elaborados considerando-se os mesmos cuidados pertinentes à elaboração de qualquer outro questionário. Diferentes tipos de questões foram utilizadas relacionadas ao tema gestão da qualidade e, mais propriamente, do método desenvolvido. Foi solicitado que expressassem sua concordância e discordância com relação às 20 questões apresentadas sobre a temática.

Foi verificado que os especialistas mais experientes voltaram suas análises aos temas de forma mais técnica e prática. As respostas dos mais novos sugeriram que análises mais utópicas e teóricas. Os resultados ilustraram grandes divergências entre as respostas e considerável falta de entendimento em alguns pontos, não agregando, dessa maneira, grandes ganhos a este trabalho. Foi verificado que a qualidade das proposições do questionário deveria melhorar e que deveria restringir as respostas dos especialistas de forma objetiva (concordância/não concordância). Após análise, foi enviado novo questionário mais objetivo e claro ambicionando obter melhores resultados.

Na realização da segunda rodada da técnica Delphi, foi possível chegar a dados mais concretos e assertivos quanto à literatura e ao método proposto. Anexo a este trabalho, segue formulário enviado aos especialistas. Os itens analisados e respectivos percentuais de concordância foram:

Tabela 6 Itens avaliados e % de concordância – segunda rodada

ITEM	% CONCORDÂNCIA
1. Grandes alterações econômicas no âmbito da Engenharia Civil e respectiva necessidade de estudos acadêmicos relacionados ao setor	90
2. Maior descentralização das empresas de supervisão de serviços de engenharia civil e respectiva necessidade de estudos acadêmicos relacionados ao setor	90
3. Em obras localizadas em regiões desprivilegiadas, possibilidade de existência de profissionais menos qualificados	40
4. Diminuição do controle da qualidade de forma efetiva nas obras	80
5. Problemas de qualidade nas construções civis ainda são atuais	90
6. Uma das razões para as problemáticas de qualidade é a ausência de controles da qualidade nas obras	100
7. Importância em inserir o conceito de gestão na construção civil	100
8. Ausência de materiais acadêmicos em torno da temática	80
9. Conhecimento da metodologia do PMI e ágil - gestão de projetos	50
10. Experiência em aplicação da metodologia PMI em casos práticos	30
11. Experiência em aplicação da metodologia ágil em casos práticos	20
12. Conhecimento de formas de aplicação da ISO 9001 para controle da qualidade na Construção Civil	70
13. Necessidade em analisar os documentos de entrada da obra	90

14. Necessidade em identificar itens críticos a serem controlados	90
15. Necessidade de estudo das normativas vigentes para melhor entendimento dos respectivos itens críticos	100
16. Importância de estruturação de Planos de Controle de Qualidade para conferência dos serviços baseados no estudo das normativas	80
17. Importância do Planos de Controle de Qualidade no controle da qualidade	80
18. Mitigação dos problemas de qualidade com a implantação do método em obras com métodos de gestão	80
19. Relevância e coerência do tema de estudo	70
20. Geração de ganhos para academia e para o mercado	70

FONTE: Autor

Após análise dos resultados da segunda rodada, optou-se por realizar uma nova consulta aos especialistas através da realização da terceira rodada. Foi informado aos especialistas as respostas da segunda rodada. Nessa etapa, continuou-se mantendo as regras de anonimato e de *feedback*. Como percebeu-se a partir da Tabela 6, só foi obtido consenso total em três dos vinte itens questionados. Com esse resultado e alguns comentários registrados pelos especialistas de que, em alguns itens, eles discordavam apenas da estruturação do termo/ palavra e não do fundamento/ conceito proposto, resolveu-se submeter o mesmo questionário com a opção de resposta acrescida da coluna “concordo parcialmente”.

Considerando essa nova coluna como resposta de confirmação à proposição inferida, o cenário de respostas foi:

Tabela 7 Itens avaliados e % de concordância – terceira rodada

ITEM	% CONCORDÂNCIA
1. Grandes alterações econômicas no âmbito da engenharia civil	90
2. Maior descentralização das empresas de supervisão de serviços de Engenharia Civil	90
3. Em obras localizadas em regiões desprivilegiadas, possibilidade de existência de profissionais desqualificados	80
4. Diminuição do controle da qualidade de forma efetiva nas obras	80
5. Problemas de qualidade nas construções civis ainda são atuais	90
6. Uma das razões para as problemáticas de qualidade é a ausência de controles da qualidade nas obras	100
7. Importância em inserir o conceito de gestão na construção civil	100
8. Ausência de materiais acadêmicos em torno da temática	90
9. Conhecimento da metodologia do PMI e ágil - gestão de projetos	50
10. Experiência em aplicação da metodologia PMI em casos práticos	40
11. Experiência em aplicação da metodologia ágil em casos práticos	40
12. Conhecimento de formas de aplicação da ISO 9001 para controle da qualidade na construção civil	80
13. Necessidade em analisar os documentos de entrada da obra	90
14. Necessidade em identificar itens críticos a serem controlados	90

15. Necessidade de estudo das normativas vigentes para melhor entendimento dos respectivos itens críticos	100
16.Importância de estruturação de Planos de Controle de Qualidade para conferência dos serviços baseados no estudo das normativas	100
17.Importância do Planos de Controle de Qualidade no controle da qualidade	100
18.Mitigação dos problemas de qualidade com a implantação do método em obras com métodos de gestão	90
16. Relevância e coerência do tema de estudo	80
17. Geração de ganhos para academia e para o mercado	100

FONTE: Autor

Como pode ser conferido na Tabela 7, na terceira rodada, percebeu-se aumento do número de concordâncias às proposições realizadas corroborando com a suspeita de alguns especialistas possivelmente não concordarem com as palavras utilizadas, mas em linhas gerais, concordarem a concepção. Da mesma forma que realizada anteriormente, o anonimato foi mantido e o *feedback* foi enviado aos participantes.

A partir dos comentários registrados, foi analisado e comprovado que algumas das questões que não apresentaram consenso total ocorreram devido a diferentes interpretações dos especialistas, indicando oportunidade de melhoria na realização dos formulários a serem utilizados na aplicação do método Delphi. Problemas semânticos podem obstruir o avanço das discussões entre especialistas.

Também geraram certos ruídos alguns componentes relacionados às metodologias de gestão de projetos aplicados ao método. Os especialistas mais antigos não possuíam conhecimento elevado acerca dos conceitos, principalmente do PMI, bem como dos métodos ágeis, base metodológica para concepção do método, muito menos das aplicações compreensão do conceito.

Um dos fatores críticos identificados para o sucesso da aplicação desse método entre os especialistas consultados foi a utilização de *feedback* controlado. Tal procedimento reduziu a dispersão do foco por parte deles, permitindo que o pesquisador

induzisse o grupo de especialistas a discutir apenas o que se referia aos objetivos e metas do estudo.

Como resultado, considera-se que, conforme objetivo das perguntas listadas no questionário, os principais princípios utilizados na concepção deste método estão em consonância com o posicionamento dos especialistas, principalmente na relevância e necessidade de estudo do tema, o que indica validação da filosofia do método, ou seja, do trabalho proposto. Além da validação, busca-se experiência prática da concepção explanada anteriormente. Para isso, o capítulo a seguir apresenta Estudo de Caso que abrange a implantação das etapas explicitadas na seção anterior do método de controle de qualidade, proposto neste trabalho.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO: ESTUDO DE CASO

Como forma de aplicação do método, neste capítulo a metodologia descrita anteriormente será utilizada em uma determinada obra visando avaliar o desempenho e resultados obtidos com a implantação da ferramenta.

5.1. Contextualização

O Ceará, uma das 27 unidades federativas do Brasil, situado na região Nordeste, com a capital Fortaleza, está em décimo segundo lugar entre os estados brasileiros em relação à riqueza e em terceiro entre os estados nordestinos. O local vem apresentando melhorias significativas na economia desde a década de 50 devido aos incentivos governamentais para a instalação de indústria com isenção de imposto, à doação de terrenos e à mão de obra barata, que atraíram mais de 600 empresas nacionais e estrangeiras para o Ceará num período de seis décadas (1950 a 2010).

Figura 15 Estado do Ceará



FONTE: Wikipédia (<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cear%C3%A1>)

O setor terciário apresenta dominância no Produto Interno Bruto (PIB) do estado, vindo logo depois o setor secundário e o primário, representando, assim, 1,9% do PIB do país. Quando verificado o rendimento nominal médio do estado em relação ao país, nota-se que o Ceará apresenta valor abaixo do obtido para o Brasil, inclusive abaixo do salário mínimo atual.

Tabela 8 População, taxa de alfabetização e rendimento

	População	Rendimento (R\$)
Brasil	190.755.799	1.201,47
Ceará	8.452.381	770,43

FONTE: IBGE, 2010

Face ao Estudo de Caso a ser apresentado, é imprescindível verificar também a realidade da região quanto à infraestrutura básica, representados pelo abastecimento d'água, considerado como fornecimento de água tratada apenas aqueles propiciados por rede geral; as demais formas constituem em fontes alternativas. Dentre as mais comuns, estão os poços ou nascentes, rio, açudes, lagos ou igarapés e outros, conforme pode ser analisado na Tabela 9.

Tabela 9 Formas de Abastecimento de Água

	Total domicílios	Rede geral (%)	Poço ou nascente na propriedade (%)	Poço ou nascente fora da propriedade (%)	Rio, açude, lago ou igarapé (%)	Outro (%)
Brasil	57.324.167	82,85	10,03	3,78	1,30	2,02
Ceará	2.365.276	77,22	9,35	5,85	3,75	3,82

FONTE: IBGE, 2010

Consoante dados apresentados na Tabela 9, infere-se que o Ceará apresenta taxa de abastecimento de água tratada pela rede geral inferior à taxa média brasileira e que utiliza diferentes formas para atender à demanda por água, seja por rio ou poços, apontando um percentual superior à média nacional.

Tal configuração se mostra preocupante visto que a água utilizada das diferentes fontes não é adequada para consumo, acarretando riscos à população, como, por exemplo, funcionar como meio de veiculação de doenças, comprometendo a saúde dos então residentes.

Diante de tal cenário, torna-se importante a instalação de obra hídrica que consiga suprir todas as necessidades da população do estado do Ceará, adequando o consumo da água e gerando melhoria da infraestrutura da região.

É nessa realidade que surge o Cinturão das Águas do Ceará (CAC), grande obra hídrica que pretende aduzir as vazões transpostas do Rio São Francisco às macrobacias cearenses com um fluxo permanente de 30 m³/s, utilizando canais, túneis e sifões.

Com a implantação do CAC, 80% do território do Estado será beneficiado pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco, aumentando significativamente a distribuição de recurso hídrico, possibilitando acumulação de águas através da inclusão de cerca de 20 novos grandes açudes, cada um de capacidade superior a 50 hm³, proporcionando uma distribuição espacial mais homogênea da disponibilidade hídrica no Ceará.

Num horizonte a longo prazo, em 2040, a implantação do CAC gerará um cenário favorável de suprimento hídrico com o atendimento das demandas atingindo níveis elevados e equivalentes em todas as macrobacias do estado. Com esse sistema adutor funcionando em perfeito estado, será possível sanar demandas prioritárias, como o abastecimento humano, industrial e turístico do estado.

Posteriormente, serão apresentados detalhes da obra do CAC, objeto de validação do método proposto para controle da qualidade em obras.

5.2.A obra

Visando otimizar a realização da obra, os estudos de viabilidade realizados segmentaram o CAC em trechos:

Figura 16 Localização do CAC – Cinturão de Águas do Ceará



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

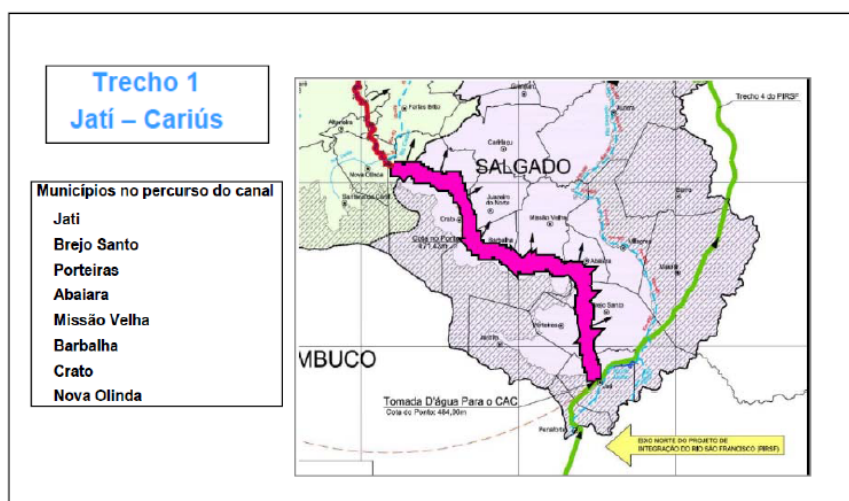
- Trecho 1 – totalmente gravitário, com extensão de 149,055 km e vazão máxima de 30 m³/s;
- Trecho 2 – totalmente gravitário, com extensão de 271,000 km e vazão máxima de 30 m³/s;
- Ramal 1 – totalmente gravitário, com extensão de 53,000 km e vazão máxima de 5m³/s;

- Trecho 3 – totalmente gravitário, com extensão de 137,000 km e vazão máxima de 25 m³/s;
- Ramal 2 – totalmente gravitário, com extensão de 20,000 km e vazão máxima 10 m³/s;
- Ramal Oeste – totalmente gravitário, com extensão de 181,800 km e capacidade para transpor 15 m³/s em seu sub-trecho inicial e 5 m³/s na sua porção final;
- Ramal Leste – totalmente gravitário, com extensão de 303,000 km e vazão máxima de 8 m³/s;
- Ramal do Litoral – o único que tem bombeamento, com extensão de 180,000 km e vazão máxima de 6 m³/s.

O trecho a ser apresentado na aplicação do método é o 1º trecho no lote A (subtrecho 1.1 – início na captação do açude Jati/final do canal 09.1, com 38,750km de extensão, e subtrecho 1.2 – início do canal 09.2/final do canal 15.1, com 36,433km de extensão).

O denominado trecho 1 inicia na captação na barragem de Jati, onde ocorrerá a captação das vazões transpostas pelo Projeto de Transposição do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – PTSFNS. O trecho tem extensão de aproximadamente 149km e foi projetado com possibilidade de transportar vazão máxima de 30m³/s.

Figura 17 Trecho 1 - Cinturão das Águas do Ceará – CAC



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Uma vez que o CAC será implantado em cotas elevadas, passando pelas cabeceiras das bacias hidrográficas, ele alimentará, de forma gravitária, os principais

reservatórios do Ceará. Isso também permitirá um uso mais intensivo dos recursos hídricos locais, visto que os reservatórios contarão com uma fonte exógena em caso de escassez, maximizando-se a sinergia hídrica.

Grande parte das estruturas serão compostas de canais, classificados como canais de irrigação com a função primordial de levar água até as zonas de cultivo. Geralmente, possuem seção trapezoidal, podendo ser revestido ou não.

Ademais, podem apresentar como classificação de canal artificial de acordo com as condições gerais. Nessa classificação, normalmente, possuem seção transversal definida e constante, rugosidade comumente definida e transportam águas, geralmente, limpas e em regime permanente.

Figura 18 Obra de canal, no Trecho 1, do Cinturão de Águas do Ceará



FONTE: OKARIRI, 2016

Já os túneis para o abastecimento de água são passagens subterrâneas que possibilitam ou facilitam o acesso a um determinado local, que, nesse caso, são realizadas pelo ser humano, mas também podem ser produzidos pela ação da natureza.

A obra do estudo é constituída por alguns túneis buscando transpor barreiras e viabilizar a condução hídrica por sistema gravitacional dos trechos com essa característica.

Figura 19 Obra do Túnel Veneza, no Trecho I, do Cinturão de Águas do Ceará



FONTE: Ceará - Diário do Nordeste, 2017

5.3.Aplicação do método proposto

Para que o método possua êxito, inicialmente, é imprescindível que a ideia seja difundida junto aos envolvidos desde a iniciação até a execução e monitoramento e controle. Assim, conversas preliminares com a equipe gerencial e técnica da obra, explanando as atividades que seriam desenvolvidas e indicando a importância do comprometimento de todos com cada etapa foram realizadas.

5.3.1. Análise Das Entradas Disponíveis

Para que o controle de qualidade fosse realizado com êxito, foram estudados todo o material disponível no início da obra. Conforme Tabela 10, a análise das entradas disponíveis foi disposta nos documentos contratuais, documentos básicos para a supervisão e documentos relevantes para a obra.

Tabela 10 Dados de Entrada - Cinturão das Águas do Ceará

Documentos Contratuais	Documentos básicos para a Supervisão	Documentos Relevantes
• Edital • Termo de Referência • Proposta Técnica	• Contrato da Obra • Projetos • Especificações Técnicas	• Normas técnicas e específicas para realização do produto

FONTE: Autor

- Documentos Contratuais

Os documentos contratuais são os aqueles originados do processo de licitação da supervisão da obra. A supervisão da obra do CAC é uma licitação pública e, por isso, possui documentos contratuais importantes, que se tornam entradas do planejamento da qualidade:

- Edital da licitação: documento no qual a administração pública (cliente) consigna as condições e exigências que devem ser seguidas tanto durante o processo de licitação quanto durante o produto. Ele define claramente o objeto da licitação (projeto), a experiência e abrangência necessárias ao fornecedor do produto ou serviço a ser adquirido;
- Termo de Referência: documento no qual a administração pública (cliente) estabelece os termos pelos quais um produto deve ser entregue por potenciais contratados. Os termos de referência precedem a assinatura do contrato e tem como objetivo principal informar as potenciais empresas sobre as especificações do serviço ou produto (projeto). Quando o contrato é celebrado, os termos de referência se tornam parte integrante do contrato;
- Proposta Técnica: documento técnico que a empresa elabora apresentando conhecimento do objeto licitado, além de toda a metodologia e o plano de trabalho que propõe fazer, caso ganhe a licitação.

- Documentos da Supervisão

Após o término de todo processo de licitação, pode-se começar oficialmente o projeto com o documento de abertura do projeto, o contrato da obra e a ordem de serviço,

documentos com informações necessárias tanto sobre o que será feito, quanto a data e o local em que o contato fora realizado e os dados acerca do cliente a fim de identificá-lo. Dessa forma, o documento acaba servindo como uma autorização para o início de determinado serviço, além de ser um importante suporte de dados.

Depois de oficialmente declarada a abertura do produto, tem-se acesso aos projetos da obra, essenciais para a supervisão por fornecer dados dos principais padrões que precisam ser seguidos e controlados durante toda a obra, além de pontuar os possíveis riscos que aquela obra pode vir a ter antes, durante e após a construção.

Outro documento de entrada são as especificações técnicas, memórias descritivas em conformidade com os itens apresentados nos projetos.

- Documentos Relevantes

Na Engenharia, existem diversas normas técnicas que precisam ser seguidas para garantir a qualidade da obra e a conformidade, atendendo aos parâmetros estabelecidos em leis e instrumentos legais brasileiros.

A grande maioria das normas técnicas aprovadas e vigentes hoje está no arcabouço normativo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e são denominadas NBR – Norma Brasileira Regulamentadora.

Após análise dos documentos listados acima, pode-se inferir que os principais documentos técnicos que subsidiaram a realização deste Controle de Qualidade foram as Especificações Técnicas, documentos que trazem as características e peculiaridades da obra, indicando pontos que merecem especial atenção e controle.

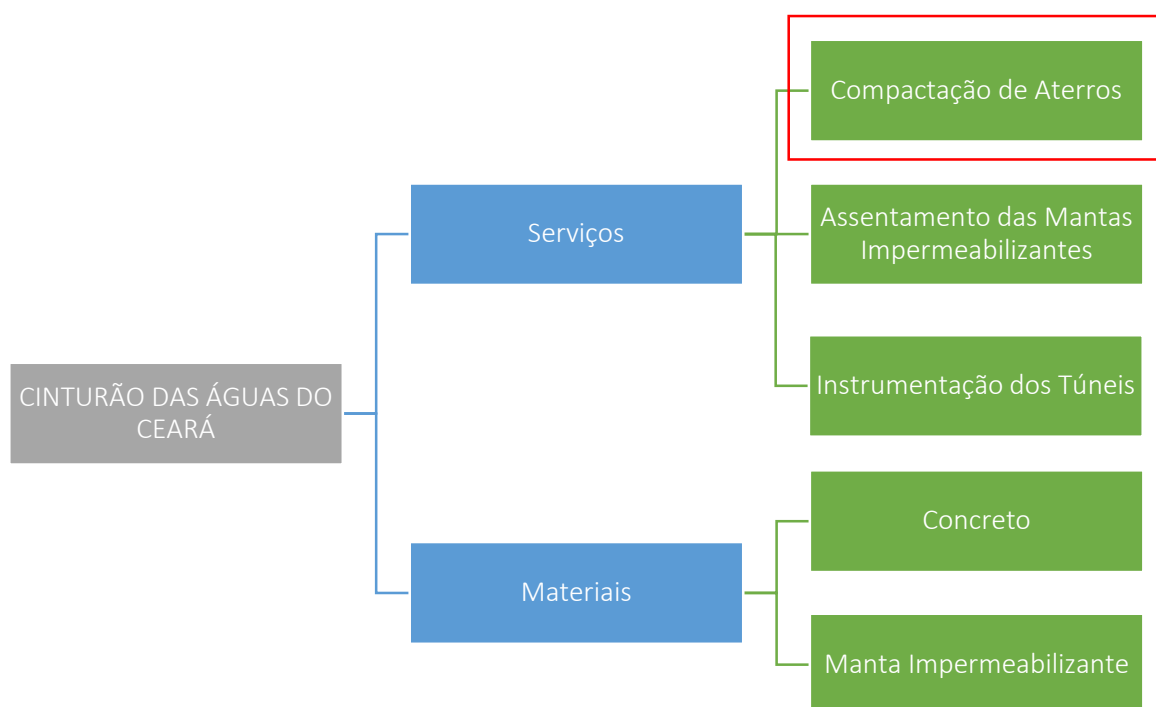
5.3.2. Definição dos Itens Críticos

Posteriormente à verificação da obra frente às informações disponíveis, foi possível a definição dos Itens Críticos. Seguindo a escala de riscos proposta pelo método (segurança, funcionalidade, durabilidade, estético) e com a participação indispensável de consultores com experiência nesta tipologia de obra, priorizou-se os materiais e serviços vinculados com a estanqueidade da obra, requisito fundamental para a conformidade de um Sistema Adutor. Nesta obra específica não foram identificadas aquisições críticas.

Em grande parte dos casos, as patologias em canais ocorrem por falta de manutenção e/ou operação adequadas. As perdas de água, infiltração excessiva,

evaporação, transbordamento e vazamento, o assoreamento e a erosão do canal são algumas das problemáticas mais frequentes em obras dessa tipologia. Serão apresentados adiante os materiais e serviços tidos como críticos e identificados através da escala de riscos. O serviço Compactação de Aterros está destacado porque será utilizado como exemplo para as etapas posteriores.

Figura 20 Itens Críticos - Cinturão das Águas do Ceará



FONTE: Autor

5.3.3. Definição e Estudo da Matriz Normativa e Definição da Separação de Lotes e Planos de Amostragem

Após a definição dos materiais e serviços críticos, conforme previsto no método, foi preciso o estudo aprofundado das normativas, técnicas e lições aprendidas de manuseio e execução. Como ilustração, traz-se algumas das normativas que embasaram tecnicamente o serviço Compactação de Aterros:

- DNIT 108/2009 – Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço;
- DNER – ME 092/94 – Solos – Determinação da massa específica aparente *in situ*, com emprego do frasco de areia;
- DNER – ME 129/94 – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas;

- DNER – ME 049/94 – Solos – Determinação do “Índice de Suporte de Califórnia” utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER – ME 082/94 – Solos – Determinação do Limite de Plasticidade;
- DNER – ME 122/94 – Solos – Determinação do Limite de Liquidez;
- NBR 6457 – Amostras de Solos – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- NBR 7182 – Solo – Ensaio de Compactação.

Estes materiais trouxeram informações para estruturação dos lotes e respectivas amostras a serem consideradas para cada item eleito como crítico. A seguir é apresentado a definição de lotes e amostras para o serviço exemplo, Compactação de Aterros.

Figura 21 Definição da Separação de Lotes e Planos de Amostragem – CAC

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM Solo - determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia. Norma rodoviária		Método de Ensaio DNER-ME 092/94 p. 01/05
RESUMO Este documento, que é uma norma técnica, apresenta o procedimento para a determinação da massa específica aparente do solo, "in situ", com emprego do frasco de areia, aplicado ao subleito e às diversas camadas do pavimento. Prescreve a aparelhagem, as condições para a obtenção dos resultados e do grau de compactação.		
ABSTRACT This document presents the procedure for determination of the in-place density of soils by the sand-cone method applied to subgrades and to various pavement layers. It prescribes the apparatus and conditions for obtaining result and of the compaction degree.		
SUMÁRIO 0 Apresentação 1 Objetivo 2 Referências 3 Aparelhagem 4 Ensaio 5 Cálculos e Resultados Anexo normativo 0 APRESENTAÇÃO Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 092/64 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.		
1 OBJETIVO Este Método fixa o modo pelo qual se determina, por intermédio do frasco de areia, a massa específica aparente do solo, "in situ". Aplica-se ao subleito e às diversas camadas de solo do pavimento.		
Macrodescriptores MT: ensaio, método de ensaio, ensaio de campo, areia		
Microdescriptores DNER: ensaio, ensaio de campo, solo (estado natural)		
Palavras-chave IRRD/IPR: ensaio (6255), solo (4156), método de ensaio (6288), areia (4105)		
Descriptores SINORTEC: normas, ensaio "in situ", massa específica aparente		
Aprovada pelo Conselho Executivo em 16/04/94 Resolução nº -/- Sentido nº CA/-/- Processo nº 20100918769/64-4		Autor: DNER/DeDTc (IPR) Adaptação da DNER-ME 092/64 à DNER-PRO 101/93, aprovada pela DeDTc em 23/04/94.

Os seguintes ensaios serão realizados nos aterros executados e nos materiais para aterro:

- Ensaio de compactação, segundo o método Proctor Normal, para cada 1.000m³ de material colocado.
- Ensaio de granulometria (DNER-A4E-44-64), e ensaios de limites de liquidez e plasticidade (DNER-A4E-53-63), para o corpo do aterro, para cada grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea 1), acima.
- Ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia do método Proctor Normal, para cada grupo de quatro amostras das camadas superiores.
- Ensaio para a determinação da massa específica aparente seca, “in situ”, para cada 100 m³ de camada de aterro, alternadamente no eixo e nas bordas, correspondente ao ensaio de compactação supramencionado.

FONTE: DNIT 092/94

Tal etapa contou com a participação de colaboradores de diferentes áreas de atuação e expertises, buscando unir a esse processo experiências anteriores em obras semelhantes e conhecimento técnico teórico, focando, estudando e avaliando as principais literaturas que explanassem o tema em destaque.

5.3.4. Elaboração dos Planos de Controle de Qualidade

Nessa etapa, os elementos da metodologia ágil identificadas na concepção do método estiveram presentes e forneceram agilidade ao processo. Por se tratar de uma obra de grande porte, o planejamento por *sprints* associado com uma comunicação mais efetiva e constante foram fatores que contribuíram para a implantação do controle de qualidade. O planejamento da obra no tocante à Qualidade foi realizado de acordo com o andamento das etapas da obra e não por completo de todo o empreendimento. Inicialmente a terraplenagem e respectivos controles (compactação, densidade in situ e outros) foram estruturados e, de acordo com o andamento da obra os outros serviços foram dispostos (Assentamento de Mantas Impermeabilizantes, Assentamento da Tubulação em Aço e outros). O *scrum* foi aplicado com sucesso e proveu grandes ganhos a equipe do projeto principalmente pelos ciclos de feedback. Devido as várias frentes de serviço, a gestão à vista se mostrou uma grande aliada e também foi desenvolvida; está anexa a este trabalho

e atuou como grande facilitadora para entendimento do fluxo de trabalho dos profissionais.

Após tal análise de cada item crítico, como visto previamente, essa metodologia traz o conceito de Controle de Aprovação e Controle de Processo para controle da qualidade do serviço. Ou seja, deve-se garantir que a qualidade do processo de execução do serviço seja de excelência e os resultados dos ensaios e do produto final também esteja dentro do permitido.

Ainda no tocante ao exemplo Compactação de Aterro, os critérios para análise de conformidade dos controles de processo e aceitação foram obtidos, primordialmente, das normativas descritas, buscando evidenciar os pontos que deveriam ser conferidos pelos fiscais de campo. Critérios para o controle de processo, por muitas vezes, são mais subjetivos e não possuem valores limitadores fortes para recusa ou aceitação do processo. Já os Critério de Aceitação, normalmente, são valores tabelados e limitadores para conformidade do produto; no exemplo discutido, são obtidos pelo confronto de ensaios de caracterização do solo em laboratório e “in situ”, conforme recorte da norma DNIT 092/94, a seguir:

Figura 22 Critério de Aceitação – CAC

Reprodução permitida desde que citado o CNFR como fonte

FONTE: DNIT 092/94

4. ENSAIO

4.1 Determinação do peso da areia correspondente ao volume do funil e do rebaixo do orifício na bandeja

4.2 Determinação da massa específica aparente da areia, μ_a

4.3 Determinação da massa específica aparente do solo, “in situ”

5. CÁLCULOS E RESULTADOS

Grau de compactação – Obtém-se pela fórmula:

$$GC = \mu_s / \mu_{sl} \cdot 100$$

Onde:

μ_s – massa específica aparente do solo seco, “in situ”

μ_{sl} – massa específica aparente do solo seco, obtida em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra

FONTE: DNIT 092/94

Após as definições dos critérios de aceitação e de processo vistas a controlar a qualidade de cada item crítico identificado inicialmente, tais informações servem como base para produção dos Cadastros de Serviços (Controle de Processo), Cadastros de Ensaio de Campo e de Laboratório (Controle de Aceitação), que seguem no apêndice. A produção desses documentos serviu como norteador não só da equipe alocada nesta obra, mas como um instrumento organizacional de padronização das instruções de execução e de controle de qualidade.

De acordo com etapas da metodologia descrita antecipadamente, após a criação desses documentos, mostra-se fundamental realizar as Instruções de Qualidade para nortear a equipe como deve acontecer a supervisão do serviço e o consequente preenchimento dos documentos estruturados. Cada treinamento deve ser realizado para toda equipe, buscando sanar qualquer dificuldade no entendimento da documentação e capacitar os colaboradores nos serviços que serão responsáveis.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo conceber e aplicar um método para controle de qualidade de obras. Esse tema, apesar dos modelos já propostos, continua a despertar grande interesse no gerenciamento de obras, uma vez que a atividade de planejar e executar obras requer significativas customizações, específicas à canteiros de obras, nas metodologias concebidas. O método aqui proposto procura integrar ao planejamento e execução de obras elementos dos métodos de gestão mais recentes, identificados como *métodos ágeis*, originariamente propostos para o desenvolvimento de sistemas de software.

Inicialmente, com a revisão bibliográfica, procurou-se identificar dentre os principais elementos dos métodos ágeis, aqueles que, forma mais imediata e objetiva, poderiam ser diretamente inseridos nos modelos tradicionais de gestão de obras. Assim, conceitos como *sprints*, gestão à vista e o modelo *Scrum* foram inseridos num controle de qualidade de obra baseado nos modelos já tradicionais como ISO 9001 e PMBOK, também pensados para trabalharem de forma integrada.

Para uma validação inicial, o método proposto foi apresentado e discutido com especialistas, seguindo a metodologia Delphi. A experiência da autora no controle de qualidade de obras orientou a formulação das perguntas que, mesmo aparentando ter ênfase mais geral, procuraram refletir a necessidade de um método de controle de qualidade que atendesse as demandas reais de uma obra, inclusive suprimindo lacunas existentes em outros métodos. O resultado satisfatório atingido demonstra que o método proporciona inovações que agregam benefícios ao controle de qualidade.

Em seguida, o método proposto foi aplicado em uma obra, como estudo de caso: um canal de irrigação, com aproximadamente 1.300 km de extensão. Esta obra foi escolhida pelo seu porte, que desafia o controle da qualidade e o planejamento dos processos, exigindo a atuação de equipes com vários profissionais em diversas áreas de conhecimentos. Portanto, o método proposto pode ser testado.

Para a análise dos resultados apresentados pelo emprego do método proposto no estudo de caso foram considerados as observações dos colaboradores envolvidos na sua aplicação.

Entre estas observações destaca-se que a integração dos modelos PMBOK e ISO 9001 prioriza a atenção aos requisitos do cliente e dos seus produtos, tanto na fase de planejamento como na fase de execução. E ainda:

- A inspeção da obra se torna mais precisa, mais objetiva e assertiva, já que prioriza os itens que são críticos no empreendimento, ou seja, ao que de fato irá impactar a qualidade do produto final.
- Melhor garantia do cumprimento das normativas e dos requisitos presentes nos documentos contratuais, evitando possíveis problemas com o cliente ou órgãos de controle.

Outras observações foram também relacionadas, de caráter mais geral, como esperado de sistemas de controle de qualidade mais robustos:

- Redução de erros, já que os aspectos de qualidade são monitorados ciclicamente;
- Redução de retrabalho gerado pelo controle efetivo da qualidade, o que evita a necessidade de refazer serviços;
- Redução de tempo, motivado pela estruturação das atividades em fluxos e da diminuição de retrabalho.
- Expectativa de redução de custos, diretamente motivado pela redução de erros e de retrabalho.

Por unir princípios da Metodologia Ágil aos conceitos do PMBOK e ISO 9001, o método proposto apresentou outros benefícios específicos, entre os quais destacam-se

- Possibilidade de realização de *sprints*, ou seja, planejamento por ondas sucessivas, otimizando o tempo gasto em planejamento e reduzindo o desperdício de tempo em planejar atividades podem ser alterados ao longo da execução (planejamento por etapas – terraplenagem, assentamento de mantas impermeabilizantes, assentamento de tubulações em aço);
- Maior interação da equipe com a utilização do Scrum - feedback, facilitando a comunicação de todos os envolvidos oferecendo a todos o entendimento do processo como um todo;
- Aplicação da ferramenta de **Gestão à Vista** visando otimizar a comunicação da equipe da obra e o entendimento do processo como um todo, já que o fluxo de atividades e os respectivos responsáveis estão identificados.

Percebe-se ainda que elementos da metodologia ágil contribuem para:

- Maior integração entre as pessoas envolvidas nos diversos processos de planejamento e execução da obra, consequentemente melhor resultado nas atividades; mais do que o cumprimento de rotinas e padrões pré-estabelecidos;

- Maior agilidade em atender possíveis mudanças nos processos; mais do que seguir um plano rígido, pré-estabelecido;
- Maior atenção ao cliente; mais do que negociações baseadas em cláusulas contratuais.

Como sugestão para possíveis pesquisas sobre o assunto proposto por este trabalho, grifa-se:

- Aplicar o método proposto a outras obras;
- Agregar outras ferramentas de gestão ao método, como, por exemplo, Seis Sigma e *Lean Construction*;
- Envolvimento de levantamentos estatísticos em torno da metodologia;
- Detalhamento dos ganhos financeiros com a implantação do método proposto para controle de qualidade;
- Realização de análise econômico-financeira dos custos de reparo e manutenção em obras semelhantes à apresentada no Estudo de Caso;
- Estudo de ferramentas computacionais que possam auxiliar no controle de qualidade em obras;
- Continuar a aplicação do método Delphi, com perguntas mais objetivas e detalhadas, para o aprimoramento do método proposto.

REFERÊNCIAS

AGENCIA ESTADO. **CCR diz que manterá cobrança de pedágio no Rodoanel.** 2009

ALENCAR, A. J.; SCHIMITZ, E. A. **Análise de risco em gerência de projetos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

ALENCAR, L. H.; SANTANA, M. O. **Análise do gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil.** Revista de Gestão e Projetos, São Paulo, v. 1, n. 1, p 74-92, jan. / jun., 2010.

ALMEIDA, I. M.; SOUZA, F. B. **Estudo conceitual da aplicação combinada dos métodos SCRUM e CCPM para gerenciamento flexível de múltiplos projetos.** Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 11, n. 4, p. 117-139, out. / dez., 2016.

ALVES, N. **5 problemas que impedem a modernização da construção civil.** 2017. Disponível em: <<https://constructapp.io/pt/5-problemas-que-impedem-a-modernizacao-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

AMARAL, D. CONFORTO, E. **Can agile Project management be adopted by industries other than software development?** Project Management Journal (2014)

ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction – Filosofia e metodologias.** 2008. 108p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

ARANTES, P. F.; COSTA, J. M. Gescon 2008 – Lean Construction. In: Fórum Internacional de Gestão da Construção, n. 1, 2008, Porto. **Gestão do Processo do Empreendimento de Construção.** Porto: Secção de Construções Cívicas, 2008. p. 373-382.

AUGUSTO, B. P.; TORTORELLA, G. L. **Uma análise qualitativa a partir do método Delphi das práticas enxutas e fatores críticos para implementação do Lean Healthcare.** Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, Florianópolis, v. 8, n. 16, p. 238-262, 2016.

ÁVILA, T. C. F. **Gestão de projetos na construção civil: avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis.** 2010. 112p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

AZEVEDO, M. J.; NETO, J. P. B.; NUNES, F. R. M. Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza-CE. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, n. 13, 2010, São Paulo. **Redes de Operações Globais: Oportunidades e Desafios.** São Paulo: Faculdade Getúlio

Vargas, 2010. 16p. Disponível em <
http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00203_PCN75525.pdf>.

BORGES, J. F. B. **Gestão de projetos na construção civil**. Revista Especialize Online IPOG, Goiânia, v. 1, n. 5, jul., 2013. Disponível em <
<http://www.institutodeposgraduacao.com.br/uploads/arquivos/f53ac109e594c87a9351b8aede8f3c17.pdf>>.

BUZZETTO, F. A. **Uma metodologia de gerenciamento de projetos**. 2008. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Rio Grande Sul, Porto Alegre, 2008.

CAMARA, H. M. S. **A filosofia do PMI na prática em construtoras de pequeno e médio porte**. Revista Techoje, Savassi, 2p., 2008. Disponível em:
 <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/107>.

CAMPELO, M.J.Araújo. **Análise de laudos emitidos sobre “prédios tipo caixão” da região metropolitana do Recife: causas apontadas para os desabamentos e interdições**. 166p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Pernambuco, 2007.

CARDOSO, L. R. A.; ABIKO, A. K.; HAGA, H. C. R.; INOUE, K. P.; GONÇALVES, O. M. **Prospecção de futuro e Método Delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 63-78, jul. / set., 2005.

CARVALHO, G. S. B. **Passo a passo do gerenciamento de projetos**. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 124-138, maio 2007.

CHAMBERS, S. et alii **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

CLELAND, D. I., IRELAND, Lewis R. **Gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

CORRÊA, L. E. P. **Gestão de projetos aplicados à construção civil**. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2008. Disponível em:
 <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/410>.

COSTA E SILVA, A. J.; FRANCO, L. S. **Método para gestão das atividades de manutenção de revestimento de fachada**. 2008, 40p, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil.

CUNHA, J. V. A.; MARTINS, G. A.; CORNACHIONE JR.; E. B. **Fatores que são influenciados pelo título de doutor: aplicações da técnica Delphi**. Revista de Informação Contábil, Recife, v. 2, n. 4, p. 38-61, out. / dez., 2008.

CUTRIM, S. S.; TRISTÃO, J. A. M.; TRISTÃO, V. T. V. **Aplicação do método Delphi para identificação e avaliação dos fatores restritivos à realização de Parcerias Público-Privadas (PPP)**. Revista ESPACIOS. Caracas, v. 38, n. 22, 2017.

DELGROSSO, Steve **Project Management as a Strategic Competency**. Newtown Square, PA: PMI 2012.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). **Terraplenagem – Cortes - Especificação de Serviço**. Norma DNER 280/1997.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Drenagem de Rodovias**. Ministério dos Transportes, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos**. Ministério dos Transportes, 2010.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Projeto de Proteção Vegetal**. Ministério dos Transportes, 2011.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Terraplenagem Aterros - Especificação de Serviço**. Norma DNIT 108/2009.

ELPO, P. S. **Lições aprendidas com a implantação da metodologia Scrumps**. [s.n.], [S.l.], p. 13, [201-]. Disponível em: <<https://pmisp.org.br/document-repository/15sigp/178-15sigp-lico-es-aprendidas-com-a-implantacao-da-metodologia-scrumps/file>>.

FELDMANN, R.; HAMMER, M.; SOMERS, K. **Pushing manufacturing productivity to the max: Advanced analytics and lower-cost computing give companies a powerful tool for managing profitability on an hourly basis**, 2017. Relatório Trimestral da McKinsey Company.

FERREIRA, M. A. N. B. **A importância do planejamento na indústria da construção civil**. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2008. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/413>.

FERREIRA, W. L. **A falta de planejamento nas micro e pequenas construtoras**. Revista Techoje, Savassi, 2p., 2008. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/347>.

FONTAN, F. M. **Método simplificado de gerenciamento de projetos: uma proposta para implementação de melhorias**. 2013. 198p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. 2002. 384p. Dissertação (Mestrado

em Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FREJ, T. A.; ALENCAR, L. H. **Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife.** Revista Produção, Recife, v. 20, n. 3, p. 322-334, jul. / set., 2010.

GARVIN, David A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva;** Qualitymark ed. 1992

GIOVINAZZO, R. A. **Modelo de aplicação da metodologia Delphi pela internet** – vantagens e ressalvas. Revista Administração Online, São Paulo, v. 2 n. 2, abr./maio/jun., 2001.

GONÇALVES, E. F.; MÉXAS, M. P.; DRUMOND, G. M. Análise das práticas de gerenciamento de projetos e desenvolvimento de software. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, n. 13, 2016, Resende. **Desenvolvimento de Competências Frente aos Desafios do Amanhã.** Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2016.

INSTITUTO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS. **Prática padrão para gerenciamento de riscos.** Ed. 1. Newtown Square: Project Management Institute, Inc., 2009.

JOHNSTON, R. e CLARK, G. **Administração de Operações de Serviços.** São Paulo: Atlas, 2002.

KAYO, K. E., SECURATO, R.J. **Método Delphi: fundamentos, críticas e vieses.** Cadernos de Pesquisa em Administração (São Paulo) 1997.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos** – As melhores práticas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KIRST, S.M. **Implementação de gerenciamento de projetos em uma empresa petroquímica de 2ª geração.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction,** 1992. Technical Report n. 72. Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University.

LAFETÁ, F. G.; GOMES, I. V. S.; BATISTINI, A. A.; BARROS, C. F. Gestão de projetos: da antiguidade às tendências do século XXI. In: Encontro Nacional de

Engenharia de Produção, n. 34, 2014, Curitiba. **Anais eletrônicos da Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. Curitiba: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2014.

LOMBARDI, R. B. **Planejamento e controle de obras utilizando os conceitos do Lean Construction** – estudo de caso hotel das nações. 2004. 61p. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2004.

LOURES, C. A. S. Delphi na internet e suas implicações do ponto de vista metodológico. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, n. 26, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Anpad, 2002.

LUNA, H. A. **Manutenção em canais de irrigação revestidos em concreto**. 2013. 142p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

MASSOT, E. V. A. **Metodologias em gerenciamento de projetos e sua implantação em tecnologia da informação (TI)**. [s.n.], [S.l.], 34p, [200-?].

MATOSKI et al. **Indicadores de qualidade de projeto: uma abordagem para mercado segmentado**. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. Fortaleza. 2001

MCKINSEY&COMPANY. **Reinventing construction: a route to higher productivity**. Sumário Executivo do McKinsey Global Institute. Fev., 2017. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>>.

MCKINSEY&COMPANY. **The Lean Management Enterprise: a system for daily progress, meaningful purpose, and lasting value**. 2014. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-lean-management-enterprise>>.

MELHADO, S.; EVETTE, T.; HENRY, E.; FABRÍCIO, M.; SEGNINI JR, F.; LAUTIER, F. **Uma perspectiva comparativa da gestão de projetos de edificações no Brasil e na França**. Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 1, n. 1, 22p., nov., 2006.

MESQUITA, E. P. **Minicurso Lean Construction**. Capítulo 4, ministrado à PET Engenharia civil. Universidade Federal do Ceará, 2012.

MIRANDA, O. M. Z. **Implantação e resultados de programa de qualidade em universidade pública: Estudo de Caso da Universidade de São Paulo**. 2010. 395p. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2010.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção** – uma abordagem integrada ao just-in-time. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MORAES, D. N.; DRAGO, E.; GOMI, E. S.; NAPOLEÃO, L. B. M.; ANDRADE, M. T. C. Uma metodologia de gerenciamento de projetos. In: Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CITENEL), n. 4, 2007, Araxá. **Anais...** Araxá: Aneel, 2007.

MORAES, E. A. P. Guia PMBOK para gerenciamento de projetos. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, n. 8, 2012. Rio de Janeiro. **Sustentabilidade Organizacional**. 2012.

MORGADO, F. M. A. **Impermeabilização de canais de rega a céu aberto**. 2008. 105p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

MULCAHY, R.; **PMP Exam Preparation** (5ª Ed). New York: RMC Publications, 2005.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan. / mar., 2003.

OKARIRI. <http://www.okariri.com/cariri/cinturao-das-aguas-recursos-de-r-619-milhoes-garantem-avanco-pelo-cariri/>, 2016

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da qualidade – tópicos avançados**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

OLIVEIRA, J. S. P.; COSTA, M. M.; WILE, M. F. C.; MARCHIORI, P. Z. **Introdução ao método Delphi**. Ed. 1. Curitiba: Mundo Material, 2008.

OGC's column for the December, 1996 issue of GIS World. By Lance McKee

PACHECO, L. M.; OLIVEIRA, D. M.; PEREIRA, M.; BRANCO, L. Gerenciamento de projetos na construção civil. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, n.12, 2016, Rio de Janeiro. **A Valorização do Intangível**. 2016.

PÁDUA, F. A. R. T. **Controle e planejamento, ferramentas que minimizam os retrabalhos nas empresas de construção civil**. Revista Techoje, Savassi, 2p., 2009. Disponível em: <www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrirPDF/737>.

PAES, L. A. B. **A utilização da metodologia PMBOK no gerenciamento de projetos: uma análise dos das novas práticas propostas na 5ª edição**. Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM, Marília, v. 7, n. 1, p. 170-191, 2014.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade – Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

PATAH, L. A.; CARVALHO, M. M. **Métodos de gestão de projetos e sucesso dos projetos:** um estudo quantitativo do relacionamento entre estes conceitos. Revista de Gestão e Projetos, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 178-206, mai. / ago., 2012.

PEREIRA, M. V. **A importância do gerenciamento de escopo na gestão de projetos.** Revista Techoje, Savassi, 2p., 2008. Disponível em: <www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrirPDF/57>.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan. / mar., 2003.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (GUIA PMBOK).** 5. ed. Pensilvânia, 2013.

PRUBEL, C. C. **A gestão da qualidade e sua importância em projetos.** 2017. Instituto de Educação Tecnológica (IETEC). Disponível em: <<http://www.ietec.com.br/imprensa/a-gestao-da-qualidade-e-sua-importancia-em-projetos/>>.

RABECHINI JR, R.; CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. **Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos:** o caso de uma organização de pesquisa. Revista Produção, v. 12 n. 2, p. 28-41, 2002.

REVISTA VEJA. **Engenheiros explicam o que pode ter causado desabamento de viaduto em BH.** 2014

RIBEIRO, A. L. D.; ARAKAKI, R. Gerenciamento de projetos tradicional x gerenciamento de projetos ágil: uma análise comparativa. In: Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, n. 3, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: TECSI - Laboratório de Tecnologia e Sistemas de Informação FEA USP, 2006. p. 1594-1604.

RIBEIRO, R. D.; RIBEIRO, H. C. S. **Métodos ágeis em gerenciamento de projetos.** 1 ed. Rio de Janeiro: SPIN, 2015.

ROCHA, A.; COSTA, F. S.; NOGUEIRA, J. F.; BELMIRO, T. R. **Gerenciamento da qualidade em projetos.** 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014. (Série Gerenciamento de Projetos).

SÁFADI, C. M. Q. **Delphi:** um estudo sobre sua aceitação. In: Seminário em Administração, n. 5, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, A.; VIDOTTO, L. S.; GIUBLIN, C. R. **A utilização do método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção.** Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 51-59, abr. / jun., 2005.

SANTOS, A. N.; SANTOS, M. V. B. **Iniciando gerenciamento de projetos para empresas na construção civil**. Revista Techoje, Savassi, 2p., 2009. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/675>.

SAWANT, S. P.; PATASKAR, S. V. Applying six sigma principles in construction industry for quality improvement. In: International Conference on Advances in Engineering and Technology – ICAET, n. 1, Singapore, 2014.

SCHWABER, K. SCRUM Development processo. 1995. Disponível em: <<http://jeffsutherland.com/oops/schwabpub.pdf>>

SHENHAR, A. J., & Dvir D. (2007). **Reinventing Project management: The Diamond approach to successful growth and innovation**. Boston: Harvard Business School Press.

SILVA, A. P. **Gerenciar e coordenar projetos é sinal de racionalização do empreendimento evitando problemas entre sistemas**. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2008. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/362>.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. **Gestão de processo de projeto de edificações**. São Paulo: Caixa, 2003.

SILVA, R. R.; LACERDA, G. S.; RIBEIRO, V. G. Implementação de um módulo de gestão de projetos baseado em SCRUM para o expresso livre. In: Fórum Internacional de Software Livre – FISL, n. 20, Porto Alegre, 2011. **Workshop sobre Software Livre**. Porto Alegre: ASL, 2011.

SLACH, N. e LEWIS, M. **Operations Strategy**. Financial Times and Prentice-Hall, Harlow, 2002.

SOTILLE, M. A.; MENEZES, L. C. M.; XAVIER, L. F. S.; PEREIRA, M. L. S. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014. (Série Gerenciamento de Projetos).

SOUZA, A. L. R. **Preparação da execução de obras**. São Paulo: Caixa, 2003.

STARE, Aljaz. **Agile Project Management in Product Development Projects**. Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 119, p.295-304, 2014.

TEIXEIRA, D. D.; PIRES, F. J. A.; PINTO, J. P. G. S.; SANTOS, T. A. G. P. **DSDM – Dynamic Systems Development Methodology**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. [s.n.], [S.I.], p. 14, [201-?]. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~aaguiar/es/artigos%20finais/es_final_14.pdf>.

TÉCHNE; **As causas do acidente da Estação Pinheiros da Linha 4 do Metrô de São Paulo**. 2008.

TÉCHNE; **Lauda mostra que queda de edifício no Pará foi causada por falhas na construção**. 2011.

THEIS, V.; SCHREIBER, D. **Análise do processo de gestão ambiental em indústrias do segmento metal-mecânico do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul**. Revista Gestão e Planejamento, Salvador, v. 16, n. 3, p. 534-549, set. / dez., 2015.

VALLE, A. B.; CIERCO, A. A.; SOARES, C. A. P.; FINOCCHIO JR, J. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. 3. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014. (Série Gerenciamento de Projetos).

VEIGA, T. B.; COUTINHO, S. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M. **Aplicação da técnica Delphi na construção de indicadores de sustentabilidade**. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 31-45, 2013.

VIVIAN, A. L.; ORTIZ, F. A. H.; PALIARI, J. C. **Modelo para o desenvolvimento de projetos Kaizen para a indústria da construção civil**. Revista Gestão e Produção, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 333-349, 2016.

WARD, J. L. **As 10 principais tendências em gerenciamento de projetos para 2010**. Revista Techoje, Savassi, 3p., 2010. Disponível em: <www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrirPDF/951>.

WATANUKI, H. M.; NADAE, J.; CARVALHO, M. M.; MORAES, R. O. **Gestão de projetos internacionais: um estudo bibliométrico**. Revista Gestão e Produção, São Carlos, v. 21, n. 3, p. 660-675, 2014.

WOMACK, P. J., JONES, T. D., ROOS, D. **Die Zweite Revolution in der Audotmobilindustrie**. Frankfurt, 1992)

XAVIER, C. M. S. **Gerenciamento de projetos** – como definir e controlar o escopo do projeto. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

LEITE, E. G.; MANVAILER, R. H. M.; DIEHL, C. A. Práticas de controladoria: validação de categorias usando método Delphi. In: Congresso Brasileiro de Custos, n. 20, 2013, Uberlândia. **Resumo Expandido**. Uberlândia: Associação Brasileira de Custos, 2013.

YILMAZ, M. F. **Six sigma within construction context as a quality initiative, performance indicator/improver and management strategy**. 2012. 52p.

Dissetação (Mestrado em Ciências) - Department of Real Estate and Construction Management, Stockholm, 2012.

APÊNDICE A – CADASTRO DE ENSAIO – CONTROLE DE ACEITAÇÃO

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE							DATA:	
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC								
CLASSE: SERVIÇO								
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL								
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES Deverá ser realizado para cada 1.000m³ de material.								
TRECHO:					PROCEDÊNCIA:			
ESTACA DE COLETA:					LOCALIZAÇÃO:		NÚMERO DE GOLPES POR CAMADA:	
LADO (D-X-E):					LABORATORISTA:			
UMIDADE HIGROSCÓPICA				CARACTERÍSTICA DO EQUIPAMENTO				
-	Unidade			MOLDE	Número:	Unidade		
Cápsula nº:	-				Peso (g):	g	5215	
Peso bruto úmido (Pu)	g	50			Volume (cm³):	cm³	2086	
Peso do solo seco (Ps)	g			SOQUETE	peso do soquete (g):	g	4536	
Peso da água (Pu - Ps)	g	50			altura de queda (cm):	cm	45,72	
Teor de Umidade	%	#DIV/0!		disco espaçador: 15,00 cm + 0,05cm de diâmetro e de altura igual a 6,35cm + 0,02cm				
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE								
Ponto	Peso bruto úmido	Peso do solo úmido	Densidade do solo úmido	Peso Bruto úmido	Peso do solo seco	Peso da água	Umidade	Densidade do Solo Seco
Nº	(g)	(g)	(g/cm³)	(g)	(g)	(g)	%	(g/cm³)
1		-5215	-2,5	50		50	#DIV/0!	#DIV/0!
2		-5215	-2,5	50		50	#DIV/0!	#DIV/0!
3		-5215	-2,5	50		50	#DIV/0!	#DIV/0!
4		-5215	-2,5	50		50	#DIV/0!	#DIV/0!
5		-5215	-2,5	50		50	#DIV/0!	#DIV/0!
Curva de Compactação								
RESULTADOS								
Densidade Máxima (g/cm³)					Umidade Ótima (%)			
#DIV/0!					#DIV/0!			
SITUAÇÃO: #DIV/0!								
Especificações que Embasam este documento: - Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001 - Plano de Qualidade da Obra -DNER- ME 129/94 -Solo - Compactação utilizando amostras não trabalhadas -DNER- ME 047/64 -NBR-7182 - Solo - ensaio de compactação - Proposta Técnica - PQ 06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos - IQ 01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras. - NBR 6457- Amostras de solo - Preparação para ensaio de compactação e ensaios de caracterização - Método de ensaios								

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE											DATA:	
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC												
CLASSE: SERVIÇO												
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE												
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES												
Deverá ser realizado para cada grupo de 10 amostras submetidas ao ensaio de compactação.												
TRECHO:							PROCEDÊNCIA:					
ESTACA DE COLETA:							LOCALIZAÇÃO:					
LADO (D-X-E):							LABORATORISTA:					
AMOSTRA		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE					
Cápsula nº												
Golpes												
Cápsula + solo úmido (g)												
Cápsula + solo seco (g)												
Peso da cápsula (g)		6,07	6,03	5,72	6,12	6,01	5,67	6,04	6,21	5,86	6,16	
Peso da água (g)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso do solo seco (g)		-6,07	-6,03	-5,72	-6,12	-6,01	-5,67	-6,04	-6,21	-5,86	-6,16	
Umidade (%)		0	0	0	26,43	22,34	0	0	0	0	0	
RESUMO DOS ENSAIOS												
RESULTADOS											OBSERVAÇÕES	
LIMITE DE LIQUIDEZ %												
LIMITE DE PLASTICIDADE %											-	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE %											0	
Limite de Liquidez												
SITUAÇÃO: Material ATENDE aos critérios da Especificação Técnica (LL<35 ou LL<40 e IP >{0,6LL-9)												
Especificações que Embasam este documento:												
- Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001						- PQ 06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos						
- Plano de Qualidade da Obra						- IQ 01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.						
- DNER - ME 082/94 - Solo - Determinação do limite de plasticidade												

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE						DATA:	
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC							
CLASSE: SERVIÇO							
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - GRANULOMETRIA							
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES Deverá ser realizado para cada grupo de 10 amostras submetidas ao ensaio de compactação.							
TRECHO:				PROCEDÊNCIA:			
ESTACA DE COLETA:				LOCALIZAÇÃO:			
LADO (D-X-E):				LABORATORISTA:			
UMIDADE		%	AMOSTRA		TOTAL	PARCIAL	
-	Unidade		-	Unidade			
Cápsula nº:	-		Cápsula nº:	-			
Peso bruto úmido (Pu)	g		Peso úmido	g			
Peso do solo seco (Ps)	g		Peso Retido na peneira nº 10	g			
Peso da água (Pu - Ps)	g		Peso Úmido passando na peneira nº10	g			
Teor de Umidade	%	#DIV/0!	Peso Seco passando na peneira nº 10	g	#DIV/0!		
			Peso da amostra Seca	g	#DIV/0!	#DIV/0!	
PENEIRAMENTO							
AMOSTRA TOTAL	Peneiras		Peso Retido Parcial	Peso que Passa Acumulado	% que Passa Amostra Total	CONSTANTES	
	Pol	mm	g	g	g		
	2"	50,8		#DIV/0!	100	K1 = 100/ Peso da amostra seca total	#DIV/0!
	1 1/2"	38,1		#DIV/0!	100		
	1"	25,4		#DIV/0!	#DIV/0!		
	3/4"	19,1		#DIV/0!	#DIV/0!		
	Nº4	4,8		#DIV/0!	#DIV/0!		
Nº10	2,0		#DIV/0!	#DIV/0!	K2 = % que passa na peneira nº 10 / Peso da amostra seca parcial	#DIV/0!	
AMOSTRA PARCIAL	Nº40	0,42		#DIV/0!	#DIV/0!		
	Nº200	0,074		#DIV/0!	#DIV/0!		

Curva Granulométrica

Tamanho da Peneira (mm)	% que Passa na Peneira
0,075	0
0,15	0
0,3	0
0,6	0
1,18	0
2,0	0
4,75	100
7,5	100

Especificações que Embasam este documento:

- Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001
- Plano de Qualidade da Obra
- NBR 7181 - Análise Granulométrica

- PQ 06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos
- IQ 01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE											DATA:	
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC												
CLASSE: SERVIÇO												
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - LIMITES DE LIQUIDEZ E PLASTICIDADE												
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES												
Deverá ser realizado para cada grupo de 10 amostras submetidas ao ensaio de compactação.												
TRECHO:							PROCEDÊNCIA:					
ESTACA DE COLETA:							LOCALIZAÇÃO:					
LADO (D-X-E):							LABORATORISTA:					
AMOSTRA		LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE					
Cápsula nº												
Golpes												
Cápsula + solo úmido (g)												
Cápsula + solo seco (g)												
Peso da cápsula (g)		6,07	6,03	5,72	6,12	6,01	5,67	6,04	6,21	5,86	6,16	
Peso da água (g)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peso do solo seco (g)		-6,07	-6,03	-5,72	-6,12	-6,01	-5,67	-6,04	-6,21	-5,86	-6,16	
Umidade (%)		0	0	0	26,43	22,34	0	0	0	0	0	
RESUMO DOS ENSAIOS												
RESULTADOS											OBSERVAÇÕES	
LIMITE DE LIQUIDEZ %												
LIMITE DE PLASTICIDADE %											-	
ÍNDICE DE PLASTICIDADE %											0	
Limite de Liquidez												
SITUAÇÃO: Material ATENDE aos critérios da Especificação Técnica (LL<35 ou LL<40 e IP >{0,6LL-9})												
Especificações que Embasam este documento:												
- Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001						- PQ 06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos						
- Plano de Qualidade da Obra						- IQ 01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.						
- DNER - ME 082/94 - Solo - Determinação do limite de plasticidade												

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE										DATA:			
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC													
CLASSE: SERVIÇO													
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA - CBR													
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES													
Deverá ser realizado para cada grupo de 04 amostras superiores submetidas ao ensaio de compactação.													
TRECHO:						PROCEDÊNCIA:							
ESTACA DE COLETA:								LOCALIZAÇÃO:					
LADO (D-X-E):						LABORATORISTA:							
UMIDADE HIGROSCÓPICA						MOLDAGEM		MOLDE Nº					
-		Unidade				-		Peso do Molde		5220			
Cápsula nº:		-				-		Volume do Molde		2085			
Peso bruto úmido (Pu)		g		50		50		Nº de Camadas					
Peso do solo seco (Ps)		g						Golpes/Camada					
Peso da água (Pu - Ps)		g		50		50		Peso do Soquete		4536			
Teor de Umidade		%		#DIV/0!		#DIV/0!		disco espaçador: 15,00 cm + 0,05cm de diâmetro e de altura igual a 6,35cm + 0,02cm					
DADOS DE COMPACTAÇÃO						CÁLCULO DA ÁGUA				Anel Din.			
-		Unidade				Peso do Solo passando na peneira nº 4 (úmido)				Nº			
Densidade Máxima		kg/m³		#DIV/0!		Peso do Solo passando na peneira nº 4 (seco)				#DIV/0!			
Umidade ótima		%		#DIV/0!		Peso do Pedregulho Retido na peneira nº 4				Constante k=			
Umidade Higroscópica		%		#DIV/0!									
Diferença de Umidade		%		#DIV/0!		Água a juntar				#DIV/0!			
ENSAIO DE PENETRAÇÃO								MOLDE Nº:					
Tempo		Penetração		Leitura		Pressão - Kg/cm²		Dia /Hora		Leitura		Difer.	Exp.
min	Pol	mm	Extensão	Determ.	Corrigido	Padrão	ISC - %			Defle.mm	mm		
0	0	0	0	0	0	-	0			0,00			
0,5	0,025	0,63		0	0	-	0						
1	0,05	1,27		0	0	-	0						
2	0,1	2,54		0	0	70,31	0						
4	0,2	5,08		0	0	105,46	0						
6	0,3	7,62		0	0	131,58	0						
8	0,4	10,16		0	0	161,71	0						
10	0,5	12,7		0	0	182,8	0						
MOLDAGEM DE VERIFICAÇÃO													
Peso Bruto úmido (g):													
Peso úmido (g):		-5220											
Densidade úmida (g/cm³)		-2,503											
Densidade Seca (g/cm³)		#DIV/0!											
Grau de Compactação (%)		#DIV/0!											
RESULTADO CBR:													
0,00													
SITUAÇÃO: Material NÃO ATENDE aos critérios da Especificação Técnica (CBR >3 e Expansão menor que 4%)													
Especificações que Embasam este documento:													
- Relatório do Projeto Básico - CAC-PB-T1-REL-GRT1-PJB-EPT-001 - Plano de Qualidade da Obra - NBR 9895 - Solos - Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas - Método de ensaio - DNER-ME 49/94 - Ensaio de Índice Suporte Califórnia - ISC						- PQ 06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos - IQ 01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.							

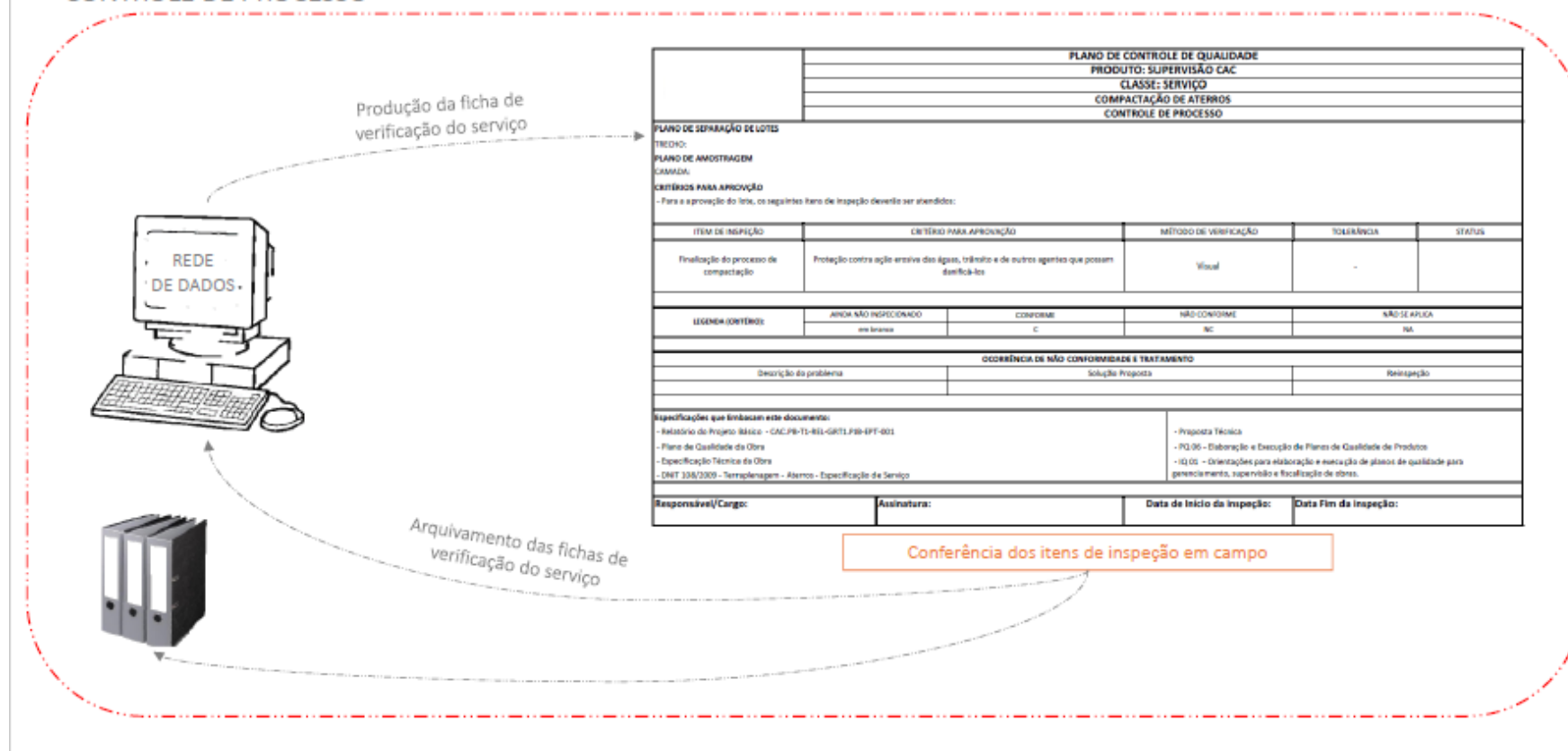
PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE																																																							
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC																																																							
CLASSE: SERVIÇO																																																							
COMPACTAÇÃO DE ATERROS - DENSIDADE "IN SITU" - MÉTODO DO FRASCO DE AREIA																																																							
CONTROLE DE ACEITAÇÃO																																																							
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES Deverá ser realizado o ensaio para cada 100m³ de camada de aterro , alternadamente no eixo e nas bordas.																																																							
CARACTERÍSTICAS DO SOLO																																																							
Procedência:					Umidade Ótima (%):																																																		
Sub-Trecho:					Densidade Máxima (g/cm³) - msl :																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REGISTRO</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DATA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ESTACA DO FURO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CAMADA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BERMA (B/D - EX - B/E)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>POSIÇÃO (E-X-D)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDADE DO FURO (cm)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							REGISTRO							DATA							ESTACA DO FURO							CAMADA							BERMA (B/D - EX - B/E)							POSIÇÃO (E-X-D)							PROFUNDIDADE DO FURO (cm)						
REGISTRO																																																							
DATA																																																							
ESTACA DO FURO																																																							
CAMADA																																																							
BERMA (B/D - EX - B/E)																																																							
POSIÇÃO (E-X-D)																																																							
PROFUNDIDADE DO FURO (cm)																																																							
DETERMINAÇÃO DO PESO DA AREIA CORRESPONDENTE AO VOLUME DO FUNIL E DO REBAIXO DO ORIFÍCIO NA BANDEJA																																																							
-	Unidade																																																						
PESO DO CONJUNTO FRASCO + FUNIL (P1) ANTES DO ENSAIO	g																																																						
PESO DO CONJUNTO FRASCO + FUNIL (P2) APÓS ENSAIO	g																																																						
PESO DA AREIA DESLOCADA (P3 = P1 - P2)	g																																																						
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA																																																							
-	Unidade																																																						
PESO RESTANTE DA AREIA NO FUNIL (P4)	g																																																						
PESO DA AREIA NO FURO (P5 = P1 - P2 - P4)	g																																																						
VOLUME DO CILINDRO (Vcil)	cm³																																																						
MASSA ESPECÍFICA APARENTE DA AREIA (µa = P5/Vcil)	g/cm³																																																						
DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO, "in situ"																																																							
-	Unidade																																																						
PESO DO SOLO EXTRAÍDO DA CAVIDADE - SOLO ÚMIDO (Ph)	g																																																						
UMIDADE DO SOLO EXTRAÍDO DA CAVIDADE (h)	h																																																						
MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO SECO "in situ" (µs = (µa * 100*Ph) / (100 + h))	g/cm³																																																						
MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO ÚMIDO "in situ" (µh = (µs)/P5)	g/cm³																																																						
DESVIO DE UMIDADE																																																							
GRAU DE COMPACTAÇÃO (µs / µsl)	%																																																						
O material deve apresentar Teor de Umidade Ótima variando em 2% do valor obtido em laboratório O grau de compactação encontrado deve ser entre 97% e 100%																																																							
Especificações que Embasam este documento: - Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001 - Especificação Técnica da Obra -DNER- ME 092/94 - Solo - Determinação da massa específica aparente "in situ", com emprego do frasco de areia - PQ.06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos - IQ.01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.																																																							
Responsável/Cargo:				Assinatura:																																																			

APÊNDICE B – CADASTRO DE SERVIÇO – CONTROLE DE PROCESSO

PLANO DE CONTROLE DE QUALIDADE																			
PRODUTO: SUPERVISÃO CAC																			
CLASSE: SERVIÇO																			
COMPACTAÇÃO DE ATERRO																			
CONTROLE DE PROCESSO																			
PLANO DE SEPARAÇÃO DE LOTES O serviço deverá ser realizado para cada 100m³ de camada de aterro , alternadamente no eixo e nas bordas.																			
Segmento:																			
Camada:																			
CRITÉRIOS PARA APROVAÇÃO - Para a aprovação do lote, os seguintes itens de inspeção deverão ser atendidos:																			
ITEM DE INSPEÇÃO	CRITÉRIO PARA APROVAÇÃO	MÉTODO DE VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIA	STATUS															
Preparação do terreno	A distância entre os sulcos não deverá exceder 30cm e deverão ter entre 5 e 7cm de profundidade	Trena metálica	-																
	Solo isento de pedras e torrões com mais de 10cm, de raízes ou de qualquer matéria orgânica	Visual	-																
	Realização de escalonamento nos trechos de seção mista (corte e aterro)	Visual	-																
Locação	Piquetes de controle geométrico para determinação da espessura da camada com marcações realizadas pela equipe de topografia com espessura máxima do aterro de 20,0cm	Visual	(+ / - 2,0cm)																
Espessura da camada - após compactação	Cota da superfície do aterro com marcação dos piquetes em conformidade com as marcações realizadas pela equipe de topografia	Visual	(+ / - 2,0cm)																
Finalização do processo de compactação	Proteção contra ação erosiva das águas, trânsito e de outros agentes que possam danificá-los	Visual	-																
LEGENDA (CRITÉRIO): <table border="1"> <tr> <td>AINDA NÃO INSPECIONADO</td> <td>CONFORME</td> <td>NÃO CONFORME</td> <td>NÃO SE APLICA</td> </tr> <tr> <td>em branco</td> <td>C</td> <td>NC</td> <td>NA</td> </tr> </table>					AINDA NÃO INSPECIONADO	CONFORME	NÃO CONFORME	NÃO SE APLICA	em branco	C	NC	NA							
AINDA NÃO INSPECIONADO	CONFORME	NÃO CONFORME	NÃO SE APLICA																
em branco	C	NC	NA																
OCORRÊNCIA DE NÃO CONFORMIDADE E TRATAMENTO <table border="1"> <tr> <th>Descrição do problema</th> <th>Solução Proposta</th> <th>Reinspeção</th> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					Descrição do problema	Solução Proposta	Reinspeção												
Descrição do problema	Solução Proposta	Reinspeção																	
Especificações que Embasam este documento: - Relatório do Projeto Básico - CAC.PB-T1-REL-GRT1.PJB-EPT-001 - Plano de Qualidade da Obra - Especificação Técnica da Obra - DNIT 108/2009 - Terraplenagem - Aterros - Especificação de Serviço - PQ.06 - Elaboração e Execução de Planos de Qualidade de Produtos - IQ.01 - Orientações para elaboração e execução de planos de qualidade para gerenciamento, supervisão e fiscalização de obras.																			
Responsável/Cargo:	Assinatura:	Data de Início da inspeção:	Data Fim da inspeção:																

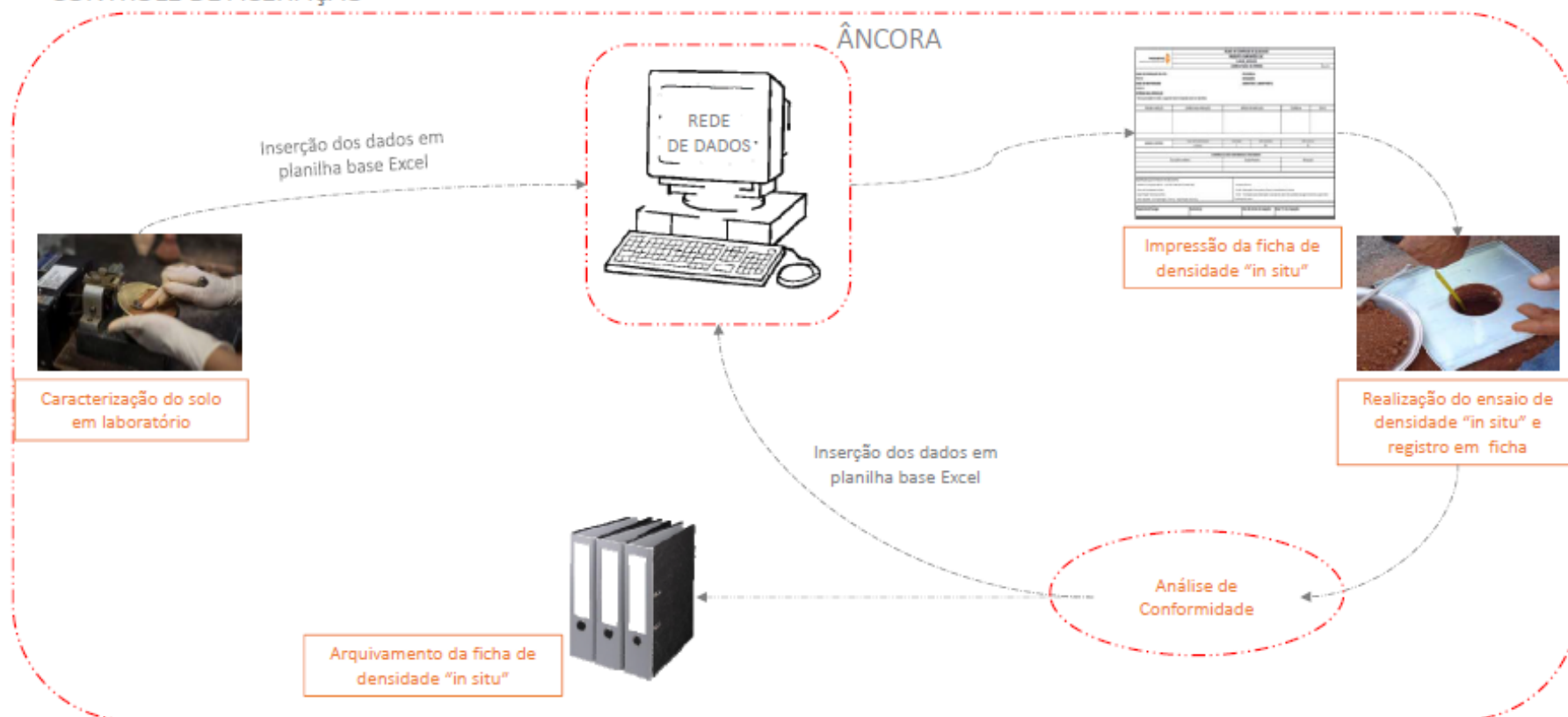
APÊNDICE C – GESTÃO À VISTA – ITENS CRÍTICOS

COMPACTAÇÃO DE ATERROS CONTROLE DE PROCESSO



Compactação de Aterros – Controle de Processo

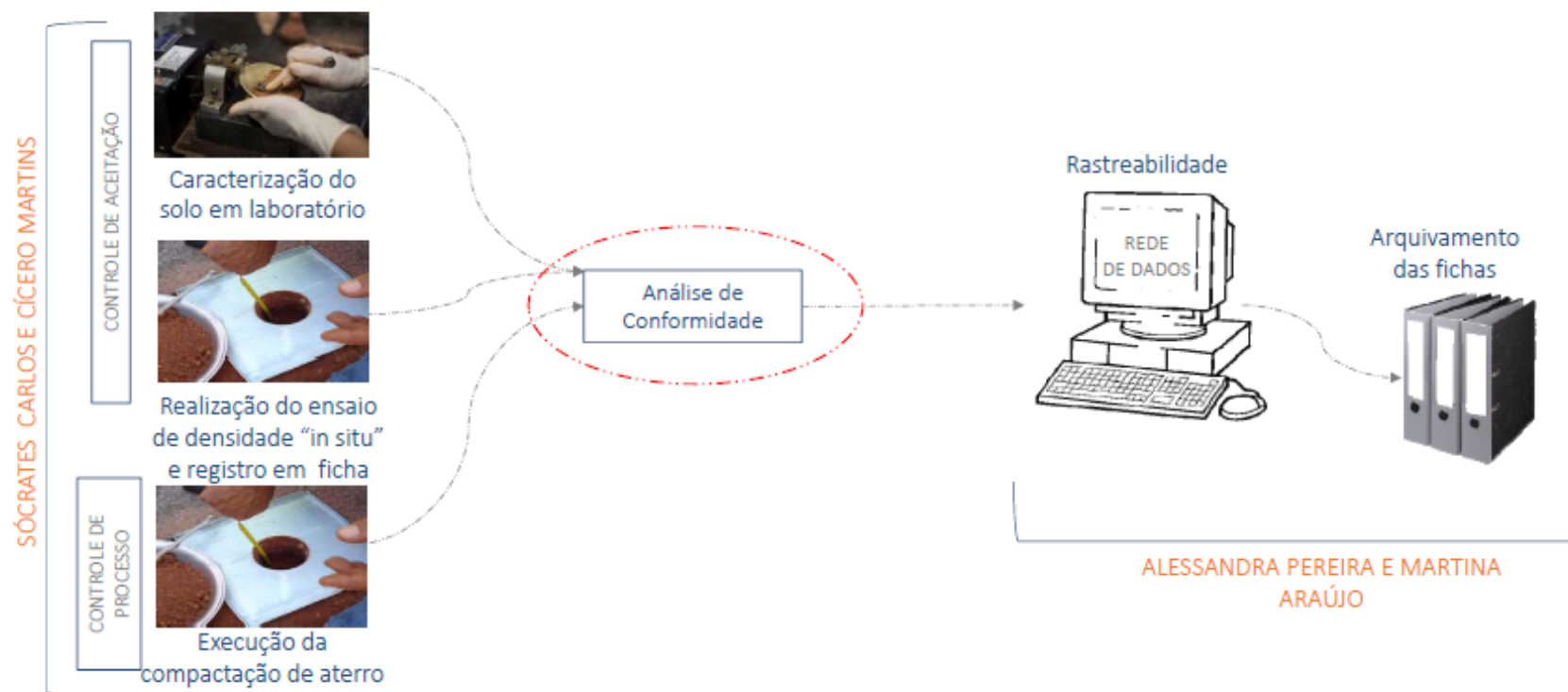
COMPACTAÇÃO DE ATERROS CONTROLE DE ACEITAÇÃO



Compactação de Aterros – Controle de Aceitação

COMPACTAÇÃO DE ATERROS

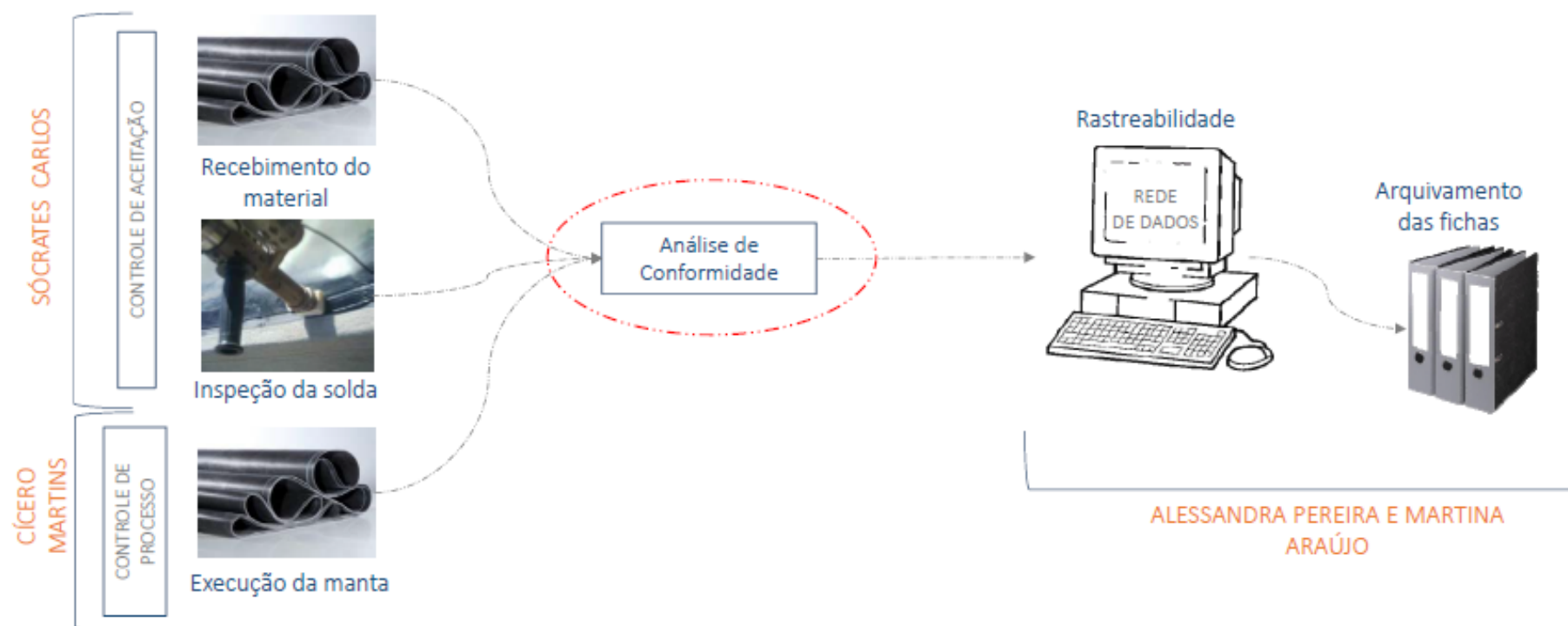
CONTROLE DE ACEITAÇÃO E PROCESSO



Compactação de Aterros – Controle de Processo e Aceitação: Equipe de Trabalho

ASSENTAMENTO DAS MANTAS IMPERMEABILIZANTES

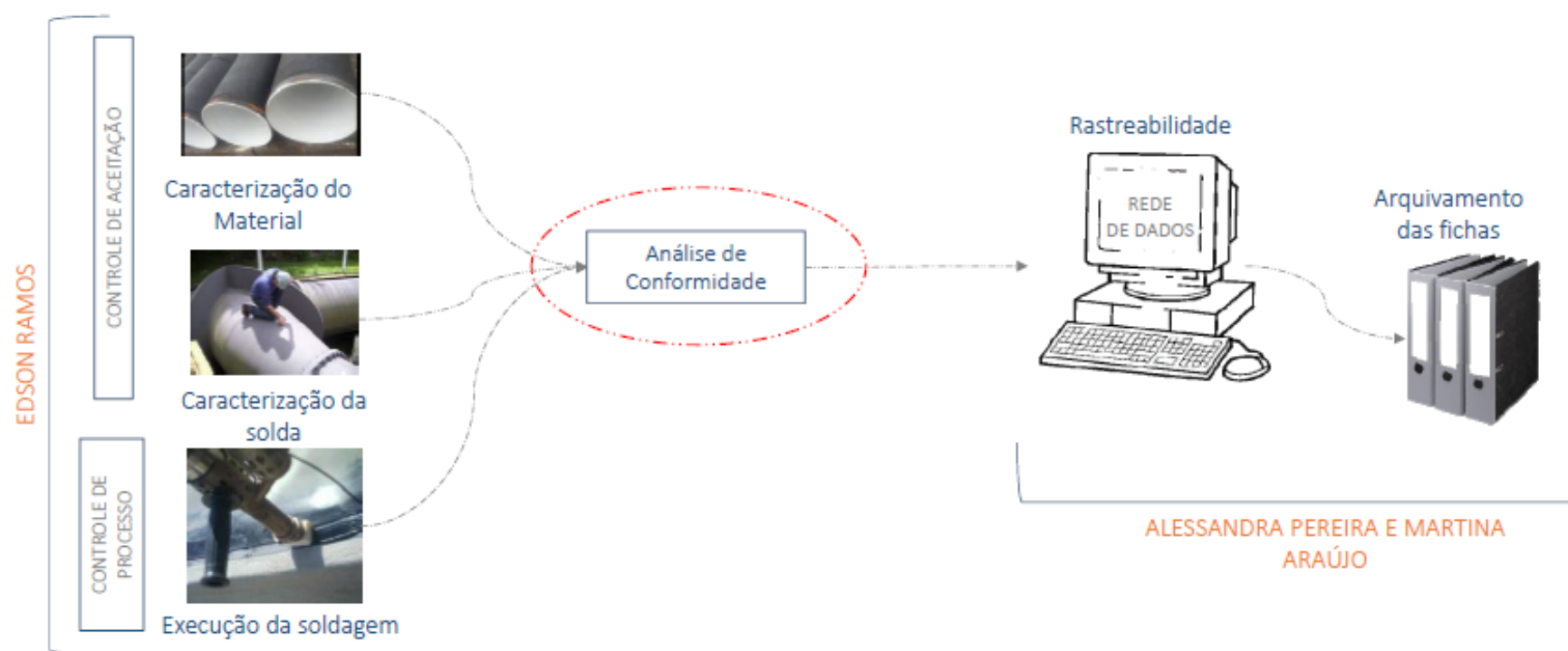
CONTROLE DE ACEITAÇÃO E PROCESSO



Assentamento das Mantas Impermeabilizantes – Controle de Processo e Aceitação: Equipe de Trabalho

ASSENTAMENTO DAS TUBULAÇÕES EM AÇO

CONTROLE DE ACEITAÇÃO E PROCESSO



Assentamento das tubulações em aço – Controle de Processo e Aceitação: Equipe de Trabalho

APÊNDICE D – APLICAÇÃO DO MÉTODO NO CAC: ESTUDO DE CASO



Explicação do fluxo da metodologia proposta no CAC para a equipe da obra –
Engenheiros



Explicação do fluxo da metodologia proposta no CAC para a equipe da obra – Equipe
Técnica e Administrativa



Explicação do fluxo da metodologia proposta no CAC para a equipe da obra – Técnicos de Campo

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO – MÉTODO DELPHI

Prezado (a) _____,

Devido a uma pesquisa de Mestrado em Construção Civil na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), cordialmente solicito o apoio no questionário que segue abaixo. Deve-se apenas registrar com “X” a concordância ou não da afirmativa proposta. O método proposto para coleta destas informações é o Método Delphi que garante o anonimato do entrevistado. Dessa forma, favor preencher com maior veracidade possível e me enviar a resposta por e-mail.

AFIRMATIVA	CONCORDÂNCIA	NÃO CONCORDÂNCIA
Grandes alterações econômicas no âmbito da engenharia civil		
Maior descentralização das empresas de supervisão de serviços de engenharia civil		
Em obras localizadas em regiões desprivilegiadas, possibilidade de existência de profissionais desqualificados		
Diminuição do controle da qualidade de forma efetiva nas obras		
Problemas de qualidade nas construções civis ainda são atuais		
Uma das razões para as problemáticas de qualidade é a ausência de controles da qualidade nas obras		
Importância em inserir o conceito de gestão na construção civil		
Ausência de materiais acadêmicos em torno da temática		
Conhecimento da metodologia do PMI - gestão de projetos		
Experiência em aplicação da metodologia PMI em casos práticos		
Experiência em aplicação da metodologia ágil em casos práticos		
Conhecimento de formas de aplicação da ISO 9001 para controle da qualidade na construção civil		
Necessidade em analisar os documentos de entrada da obra		
Necessidade em identificar itens críticos a serem controlados		
Necessidade de estudo das normativas vigentes para melhor entendimento dos respectivos itens críticos		
Importância de estruturação de “checklists” para conferência dos serviços baseados no estudo das normativas		
Importância dos “checklists” na controle da qualidade		
Mitigação dos problemas de qualidade com a implantação do método em obras		
Relevância e coerência do tema de estudo		
Geração de ganhos para academia e para o mercado		

Atenciosamente, Lorena Oliveira.