

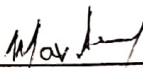
CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

LUCAS MATEUS ARTUZI

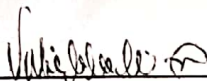
**ANÁLISE DA VALIDADE QUANTO À APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE
CONTROLE DE QUALIDADE PARA AS FUNDAÇÕES**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor **Me. Eng. Civil MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA**.

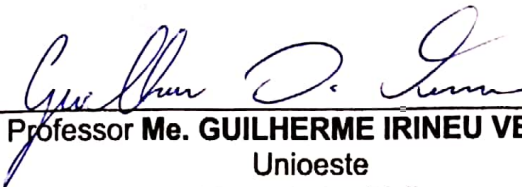
BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. **Me. MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil



Professora **VANESSA WIEBELLING**
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil



Professor **Me. GUILHERME IRINEU VENSON**
Unioeste
Engenheiro Civil

Cascavel, 29 de outubro de 2019.



ANÁLISE DA VALIDADE QUANTO À APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA AS FUNDAÇÕES

LUCAS MATEUS ARTUZI¹; MAYCON ANDRÉ DE ALMEIDA²

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, artuzi_jacir@hotmail.com;

²Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, mayconalmeida@creapr.org.br.

RESUMO: Este artigo teve como objetivo verificar se as planilhas de controle de qualidade de sondagens, tubulões, estacas e projetos de fundações elaboradas por Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018) são eficazes e, caso necessário, propor reajustes. Para realizar a aplicação das planilhas foi necessário acompanhar vinte e quatro obras localizadas nas cidades de Cascavel e Toledo. Após a aplicação foi possível analisar as porcentagens de planilhas aprovadas e reprovadas propondo posteriormente reajustes em alguns casos. Algumas planilhas de estacas e tubulões estavam reprovando indevidamente pois continham questões incoerentes com a prática ou com um peso muito elevado sendo assim necessário realizar alterações nas planilhas de tubulões e estacas. As planilhas de sondagens mesmo após as alterações apresentaram resultados alarmantes, visto que não era controlado a altura de queda do martelo e também a energia do equipamento aferição de eficiência. A planilha que obteve a maior taxa de aprovação foi a planilha de projeto de fundação pois todas as planilhas foram aprovadas chegando à conclusão que os engenheiros estão preparados para a execução dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de qualidade; Fundações; Investigação geotécnica.

INTRODUÇÃO

Segundo Marinho (2016), durante a execução de uma edificação, a fundação é um dos elementos construtivos mais importantes e influencia diretamente no desempenho da mesma. Assim sendo, sua má execução pode gerar grandes patologias nas edificações e em alguns casos comprometer toda a estrutura. Devido a isto, as estruturas devem ser projetadas e construídas de forma correta, para que em condições normais, se mantenham estáveis e seguras, evitando assim, custos adicionais para manutenção e reparo.

Segundo Souza e Ripper (1998), as patologias na construção civil podem ser entendidas como o comprometimento do desempenho da estrutura no que diz respeito à estabilidade, estética, condições de serviço e durabilidade relativa às condições a que está submetida.

Com o desenvolvimento da tecnologia o mercado está cada vez mais competitivo e selecionando empresas que entreguem o produto em menor tempo e com maior qualidade.

Assim sendo, o surgimento de patologias devido a erros de projetos, cuidados ignorados e principalmente erros na execução está cada vez mais comum na engenharia moderna.

Segundo Marinho (2016), são muitos os danos causados pelas patologias nas fundações, esses danos podem comprometer a edificação, gerando custos muito elevados para serem reparados. A falta de cuidado em executar edificações com eficiência e qualidade tem proporcionado um aumento no número de edificações problemáticas, algumas delas com danos irreparáveis, causando desastres de proporções altíssimas.

Para que essas falhas sejam minimizadas é preciso que ocorra o monitoramento das edificações durante as fases iniciais (sondagens e projetos) e principalmente ao longo da execução, onde ocorre a maior parte das irregularidades, por meio de um programa de controle de qualidade em obras de fundação, com intuito de que a qualidade da edificação final seja assegurada.

Com essas informações, a justificativa para a realização da presente pesquisa é verificar se o plano de qualidade elaborado por Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018) é eficaz quando aplicado em diversas obras e se necessário propor adaptações ou correções.

A falta da aplicação de um mecanismo de controle de qualidade em obras de pequeno e grande porte pode afetar drasticamente o desenvolvimento da mesma, pois além de minimizar ou até mesmo evitar o desenvolvimento de patologias, também ajuda a identificar as possíveis causas das mesmas para que soluções práticas, viáveis e baratas sejam tomadas.

Assim sendo, este estudo abrange à aplicação do programa de controle de qualidade em projetos, sondagens e execução de fundações em obras na cidade de Cascavel e Toledo. A aplicação do mesmo efetuou-se utilizando as tabelas desenvolvidas por Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018), para posteriormente verificar sua validade.

De acordo com todas as informações expostas, este trabalho teve como objetivo geral a análise da aplicabilidade do programa de controle de qualidade em projetos, sondagens e execução de obras de fundações.

A fim de atender o objetivo geral os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Realizar junto às empresas de fundações e construtoras, serviços de sondagens, projetos em andamento e execução de fundações a aplicação do programa de controle de qualidade;
- b) Aplicar o programa de controle de qualidade de fundações e avaliar se os resultados encontrados são coerentes com a realidade;
- c) Propor correções no programa de qualidade, se necessário.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Árvore de causas

Segundo Serpa (2013), a análise de árvore de falhas (AAF) é um método que estuda todos os possíveis fatores que podem causar um evento indesejável pré-definido, o processo investiga as constantes falhas dos segmentos até atingir as causas básicas, para as quais existem dados quantitativos existentes e que não podem ser desenvolvidas.

Mesmo que de difícil controle e recuperação, alguns fatores são abordados por Wiebbelling (2014) em suas três árvores de causas básicas relacionadas às principais fases da obra: Fase de projeto, execução e pós-conclusão.

Dentre os eventos relacionados à fase de projeto estão: A escolha de tipo de fundação com desempenho insuficiente para a situação, ausência de investigações ou investigações insuficientes e com falhas, alterações das cargas sem o conhecimento do projetista de fundações, má interpretação dos dados de sondagem e das cargas de projeto e dimensionamento para a carga total da edificação desconsiderando as especificidades de pontos particulares (WIEBBELLING, 2014).

Segundo Wiebbelling (2014), para à fase de execução das fundações, os eventos relacionados são: Manejo incorreto do equipamento e execução de juntas de trabalho entre edificações, equipamentos inapropriados para o tipo de fundação projetado ou para o local onde a mesma deverá ser executada, instabilidade do solo, má preparação ou imprudência da mão de obra, erros humanos e falta de acompanhamento do responsável técnico.

Por fim para à fase de pós-conclusão das edificações, considera-se a influência de obras em edificações vizinhas, degradação dos materiais associados à fundação e recalques (WIEBBELLING, 2014).

2.2 Programa de qualidade

O sistema de qualidade na construção civil é de suma importância visto que está diretamente relacionado aos custos, produtividade e principalmente qualidade do produto que é entregue ao cliente. Para isto, é necessário seguir alguns aspectos, tais como: padronização dos procedimentos da inspeção e execução dos serviços de obras, treinamento das equipes responsáveis pela condução de serviços, definir a responsabilidade da equipe de gestão da obra com relação ao sistema da qualidade e sua aplicação prática (EUGENIO, 2008).

Segundo Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018), o desenvolvimento de um programa de qualidade tem como objetivo a efetivação correta dos serviços, priorizando a boa qualidade não somente do produto final, mas principalmente das etapas dos processos executivos.

Alguns fatores são abordados pelos autores em suas planilhas de verificação de controle de qualidade, as quais estão subdivididas em três etapas de execução: Elaboração de projetos, execução de sondagens e execução de fundações.

Durante a fase de elaboração de projeto, para assegurar a qualidade da mesma, devem-se considerar alguns itens como: observar a distância entre os elementos estruturais de fundação, dimensionamento de armaduras, sistema de fundação adotado, cargas do projeto estrutural e capacitação do engenheiro responsável (CEREZA; WIEBBELLING; ALMEIDA, 2018).

Ainda para os autores citados, com relação à etapa de sondagem é importante considerar se houve observação de um responsável capacitado durante a execução da mesma, os pontos onde executou-se a sondagem, número de furos, peso e controle da altura de queda do martelo, profundidade da investigação e coleta da amostra de dados.

Para a execução da fundação, considera-se itens como: utilização de EPI, capacitação de funcionários, dimensão e geometria das fundações, controle de prumo, cota de paralização do elemento estrutural, limpeza do solo superficial, proteção da parede da escavação, posicionamento das armaduras, realização do corpo de prova, monitoramento da concretagem e preparação do elemento estrutural (CEREZA; WIEBBELLING; ALMEIDA, 2018).

2.3 Investigações Geotécnicas: SPT

Segundo Pinto (2006), a escolha de um tipo de fundação e as definições de projetos são regularmente fundamentadas apenas nos resultados de sondagem, por ser feito em campo sem supervisão permanente do engenheiro e por depender de detalhes de operação, os resultados podem apresentar erros muito acentuados.

Um dos ensaios mais utilizados no Brasil é a sondagem à percussão do tipo SPT, regida pela ABNT NBR 6484 (2001). Esta sondagem tem como objetivo determinar a posição do nível da água, topo rochoso, coletar amostras de solo e definir o índice de resistência à penetração do amostrador padrão (N), que é determinado pela cravação do mesmo no solo estudado.

A haste deve ser marcada de giz dividindo em três trechos de 15 centímetros ao longo do processo de cravação, tendo seus valores de golpes anotados a cada trecho. O valor de resistência à penetração consiste na somatória dos dois últimos trechos, representando o número

de golpes necessários para que o amostrador padrão seja cravado nos 30 cm finais da camada de análise. Após a efetuação do ensaio, o amostrador é retirado da camada com a amostra coletada para sua classificação Tátil-visual.

Segundo a ABNT NBR 6484 (2001), o ensaio é feito com auxílio de um cilindro (amostrador padrão) com diâmetro externo de $50,8 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ e diâmetro interno de $34,9 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ através de golpes de um martelo com massa padronizada de 65 kg, solto em queda livre de uma altura de 75 cm com auxílio de um tripé, este processo é realizado metro a metro cravando o amostrador 45 cm no solo estudado e os outros 55 cm restantes são removidos com a assistência de um trado helicoidal ou trépano de lavagem (sistema de avanço com circulação de água).

2.4 Projetos de fundações

Para ocorrer o desenvolvimento eficiente do projeto de fundações, alguns elementos são necessários como: dados da estrutura a ser construída, dados de construções vizinhas, dados geológico-geotécnicos e topografia da área (VELLOSO E LOPES, 2010).

Segundo Velloso e Lopes (2010), entre estes elementos estão os dados sobre encostas e taludes, levantamento topográfico, tipo e uso da obra, número de pavimentos e carga de edificações vizinhas e possíveis escavações e vibrações, sistema estrutural e construtivo e as ações das cargas nas fundações.

Durante a elaboração de um projeto de fundações é preciso considerar feições topográficas e indícios de fragilidade de taludes, visitas ao local, vestígios de contaminação do subsolo devido a material contaminante jogado no local ou consequente do tipo de ocupação anterior, indícios da presença de aterros, estado das construções vizinhas, peculiaridades geológico-geotécnicas, tais como: afloramento rochoso, presença de matacões, áreas brejosas, minas da água entre outros (ABNT NBR 6122, 2019).

De acordo com Velloso e Lopes (2010), o projeto de fundações deverá satisfazer algumas condições básicas tais como: Segurança apropriada ao desmoronamento do solo de fundação ou estabilidade “externa” e “interna” e deformações aceitáveis perante as condições de trabalho.

O projeto de fundação otimizado pode resultar em uma economia significativa, devendo ser elaborado de forma conjunta com o projetista estrutural da edificação, uma vez que os mesmos estão absolutamente interligados (VELLOSO e LOPES, 2010).

Para se determinar o tipo de fundação a ser especificada em um projeto, normalmente é preciso de dados da edificação (tipo, porte, localização, valores de cargas de pilar, entre outros) e dados do terreno (sondagens SPT principalmente). A vizinhança da edificação pode restringir alguns tipos de fundações devido à necessidade de limitação dos níveis de ruído e de vibrações, dessa forma, com esses dados, pode-se determinar os tipos de fundações tecnicamente viáveis, cabendo a escolha final sobre os fatores custos e prazo de execução (AOKI e CINTRA, 2010).

2.5 Fundações indiretas/profundas

Segundo a ABNT NBR 6122 (2019), para que o elemento de fundação seja considerado indireta ou profunda os mesmos devem possuir no mínimo três metros de profundidade ou profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, salvo justificativa. A fundação indireta tem como principal objetivo transferir a carga da edificação para o terreno pela resistência de ponta, por sua resistência lateral ou por uma junção das duas. Estão incluídos neste tipo de fundação tubulões, estacas e caixões.

Estacas são utilizadas principalmente para transmissão de cargas a camadas profundas do terreno. As principais razões que levam ao seu emprego são técnicas e econômicas. Atualmente as estacas contidas no mercado estão divididas em três grupos: injetadas, escavadas e de deslocamento, que se diferenciam principalmente pelo método executivo e materiais que são constituídas (AZEREDO, 1992).

Entre essa variedade de estacas apresentadas na ABNT NBR 6122 (2019), estão:

- Estaca hélice contínua: moldada *in loco*, é executada utilizando trado contínuo, a injeção do concreto é realizada pela própria haste do trado, a armadura desta estaca é disposta após a concretagem. As suas principais qualidades são: grande velocidade de execução, falta de vibrações e ruídos.
- Estaca escavada sem lama betonítica: este tipo de estaca é restringido pelo nível do lençol freático e é executada utilizando um caminhão perfuratriz composto de mesa rotatória constituída de uma haste metálica que em sua ponta possui trado helicoidal de aproximadamente um metro. Uma das principais qualidades desta estaca é a simplicidade de sua execução (BEILFUSS, 2012).
- Estaca tipo Strauss: moldada *in loco*, executada pela escavação do solo com o auxílio de uma sonda (piteira) que possui uma válvula em sua extremidade que tem o objetivo de retirar o solo, simultaneamente a escavação ocorre a introdução do revestimento para

posterior concretagem. Pode ser utilizada em locais de difícil acesso e não produzir vibrações elevadas (BEILFUSS, 2012).

- Estaca tipo Franki: moldada *in loco* e reconhecida por possuir uma base alargada, executada com auxílio de golpes de um pilão que insere no terreno concreto ou material granular, o fuste pode ser de componente pré-moldado ou executado com revestimento perdido ou não. Este tipo de estaca possui uma elevada capacidade de resistência de cargas.

Segundo a ABNT NBR 6122 (2019), tubulão é um elemento de fundação indireta que possui uma forma cilíndrica, pode ser pneumático (sob ar comprimido) ou realizado a céu aberto e apresenta a descida de um operário durante a sua execução. Também pode ser executado com revestimentos, podendo este ser de concreto ou de aço.

A execução do tubulão consiste na escavação de um poço de forma manual ou mecânica, com abertura de uma base alargada, a fim de que a carga do pilar seja transmitida por meio de uma pressão compatível com as propriedades do terreno (AZEREDO, 1992).

De acordo com Azeredo (1992), os tubulões executados a céu aberto podem ser utilizados em terrenos acima do nível da água e suficientemente coesivos, dispensando escoramento. O diâmetro do fuste depende basicamente da maneira de execução e da carga. Usualmente aberto mecanicamente, seu diâmetro mínimo será de 70 cm, para que o poceiro possa trabalhar livremente.

Para que o tubulão seja viável ele deve apresentar 1 m ou mais como diâmetro de base ou dimensionado para suportar cargas próximas a 250 tf. Contudo, em condições específicas de preço podem tornar a solução econômica, mesmo para cargas menores (AZEREDO, 1992).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se da análise da validade quanto à aplicabilidade do programa de controle de qualidade para sondagens, obras e projetos de fundações que foi desenvolvido por Cereza,

Wiebbelling e Almeida (2018) utilizando para isso a árvore de causas determinada por Wiebbelling (2014).

A pesquisa foi realizada inicialmente com a coleta de três dados na cidade de Toledo e vinte e um para a cidade de Cascavel, caracterizando-a como uma pesquisa quantitativa. Após a coleta dos mesmos, foi observado sua validade e se houve necessidade de propor reajustes.

Segundo Fonseca (2002), os resultados obtidos através da pesquisa quantitativa só podem ser quantificados baseados em dados brutos, obtidos utilizando instrumentos padronizados e neutros.

3.2 Caracterização da amostra

O município de Cascavel-PR é localizado na região oeste do estado do Paraná, possuindo a quinta maior população com 328.454 habitantes e Toledo-PR também é localizado no oeste do estado do Paraná, possuindo uma população de 140.635 habitantes.

Segundo Ali, Calegari e Almeida (2018), como a rocha local da região de Cascavel-PR é o basalto e a região tem um intemperismo muito forte e acelerado, há a formação de solos extremamente porosos e muito finos, logo é considerado laterítico e com relação à textura apresenta-se fino e com floculação.

Segundo Zen e Almeida (2018), a classificação do solo, conforme a curva granulométrica, é de argila silto arenosa e, com relação ao sistema unificado (SUCS) é classificado como um solo argiloso muito compressível.

3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

Os dados da execução dos elementos de fundações e das sondagens foram coletados em canteiros de obras, já os projetos de fundações foram coletados em escritórios de engenharia ou construtoras, ambas em período integral, e analisados com supervisão dos engenheiros responsáveis.

Para realizar a aplicação deste sistema de controle de qualidade foram utilizadas planilhas individuais desenvolvidas por Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018) que pode ser observada no Anexo A, que foram preenchidas no momento da execução de cada processo com a autorização do responsável pela obra.

As planilhas são constituídas de informações para identificação da empresa responsável, data da realização, profissionais envolvidos e observações apuradas durante o

processo. Durante o processo de sondagem e realização de projetos deverá obrigatoriamente ser preenchido na planilha o elemento de fundação utilizado para realização dos mesmos.

Em seguida, são apresentadas as questões em ordem de execução e suas respectivas colunas que indicam conformidade “S”, inconformidade “N”, não aplicação do tópico analisado “NA” e suas respectivas pontuações “SC” como se pode observar no Quadro 1.

Quadro 1 – Folha de Verificação de Serviço da Execução das Estacas.

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES EM ESTACA								
Obra:								
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL:				Data:		Hora:		
Empresa Responsável:		Responsável Técnico:		Equipe de apoio:				
Conferente:								
DESCRIÇÃO				PARÂMETRO	S	N	NA	SC
1- Os funcionários estão utilizando os EPI's necessários para a atividade?								1
2- A empresa contratada dispõe de um engenheiro responsável atuante e presente durante a execução de todos os elementos de fundação?								3
3- A equipe de execução possui experiência e qualificação no serviço?								2

Fonte: Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018).

Este método de pontuação é baseado no tipo do problema encontrado, incidência e principalmente na gravidade de cada problema. Para isto, Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018) desenvolveram um método de pontuação como mostrado no Quadro 2 para ser utilizado em suas respectivas planilhas.

Quadro 2 – Peso da pontuação atribuída.

GRAVIDADE	CONCEITO	DESCRIÇÃO
1	Baixo	Caso não executado ou executado incorretamente em relação ao parâmetro de controle de qualidade e às normas técnicas, este não influenciará diretamente na eficiência do produto final.
2	Médio	Caso não executado ou executado incorretamente em relação ao parâmetro de controle de qualidade e às normas técnicas, este poderá resultar em problemas consideráveis no produto final.
3	Alto	O não cumprimento ou o cumprimento inadequado conforme parâmetro de qualidade e normas técnicas resultará em sérios problemas, comprometendo ou condenando o produto final.

Fonte: Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018).

Após o preenchimento das respectivas planilhas, foi realizado o somatório dos pontos quando a execução for “conforme” é atribuída a nota zero para a questão que houver alguma observação específica ou “inconformidade”. Com a somatória dos mesmos é possível atribuir um parâmetro de aprovação ou reprovação para cada uma das planilhas conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetro para aprovação do elemento de fundação.

ETAPA	PONTUAÇÃO MÍNIMA ACUMULADA	RESULTADO
SONDAGEM	≥ 27 PONTOS	Ensaio de sondagem aprovado. Liberada a execução das próximas etapas do projeto.
	< 27 PONTOS	Ensaio de sondagem reprovado, pois não seguiu as mínimas condições de dimensionamento e execução especificadas na norma. Recomenda-se a análise do laudo de sondagem e estudo da possibilidade de ser realizado outro ensaio de investigação.
PROJETO DE FUNDAÇÃO	≥ 18 PONTOS	Projeto de fundação aprovado. Liberada a execução das próximas etapas do projeto.
	< 18 PONTOS	Projeto de fundação reprovado. Deve-se considerar a reanálise da estrutura e das cargas com o redimensionamento do sistema de fundação.
EXECUÇÃO SAPATA	≥ 28 PONTOS	Execução da sapata aprovada. Liberada a execução das próximas etapas do projeto.
	< 28 PONTOS	Execução da sapata reprovada provisoriamente até que sejam tomadas as devidas providências tanto em relação à correção das medidas dos executores, bem como a adoção de ação reparatória ou reforço estrutural.
EXECUÇÃO ESTACA	≥ 35 PONTOS	Execução da estaca aprovada. Liberada a execução das próximas etapas do projeto.
	< 35 PONTOS	Execução da estaca reprovada provisoriamente até que sejam tomadas as devidas providências tanto em relação à correção das medidas dos executores, bem como a adoção de ação reparatória ou reforço estrutural.
EXECUÇÃO TUBULÃO	≥ 44 PONTOS	Execução do tubulão aprovada. Liberada a execução das próximas etapas do projeto.
	< 44 PONTOS	Execução do tubulão reprovado provisoriamente até que sejam tomadas as devidas providências tanto em relação à correção das medidas dos executores, bem como a adoção de ação reparatória ou reforço estrutural.

Fonte: Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018).

3.4 Análise dos dados

Para que seja realizada a análise final dos dados, foi obtido um número considerável de amostras (5 a 10) para as planilhas de projetos, sondagens e execução de fundações, para que os mesmos pudessem ser tabulados em planilhas eletrônicas e, posteriormente, aplicados em um gráfico para análise da necessidade de reajustes devido à rigorosidade do sistema.

Por fim, foi realizado um *feedback* com os engenheiros que participaram desta pesquisa, para se observar as etapas do processo que não foram executadas com a finalidade de que em obras futuras sejam realizadas.

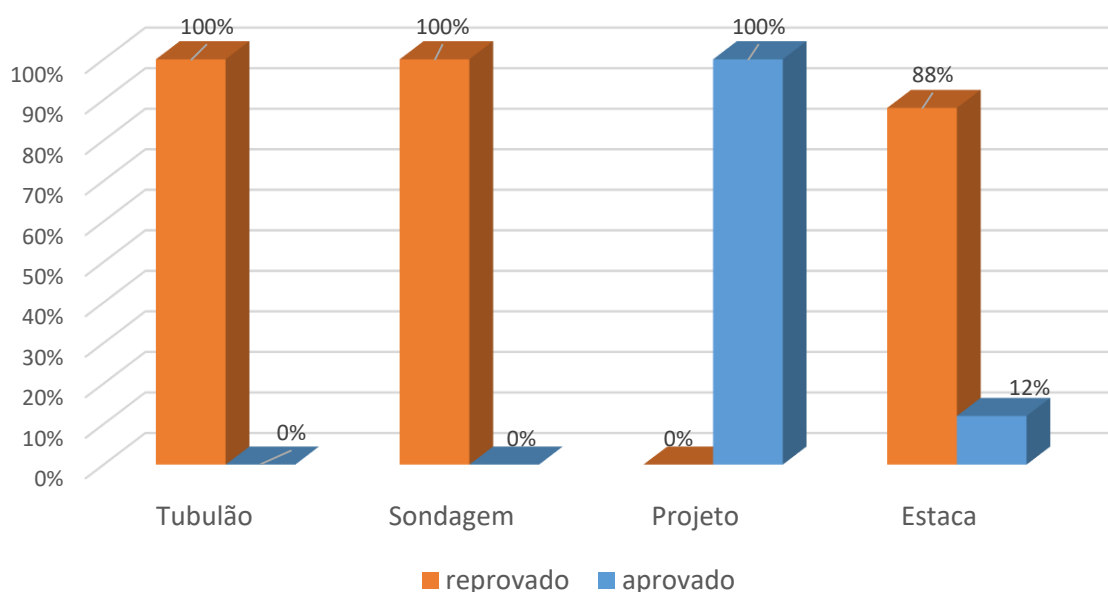
RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados das planilhas

Os resultados das planilhas de estacas, tubulões e sondagens foram obtidos através da aplicação do programa de controle de qualidade em obras de Cascavel e Toledo. Durante a aplicação das planilhas foi possível acompanhar oito execuções de estacas, cinco de sondagens e dois tubulões. As planilhas de projetos foram preenchidas em escritórios de engenharia ou em canteiros de obras com a autorização do engenheiro responsável pela mesma, resultando em nove planilhas de projetos de fundações preenchidas.

Com os resultados obtidos foi possível executar os gráficos de barras que representam a porcentagem de planilhas que foram aprovadas e reprovadas, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultados do programa de controle de qualidade.



Fonte: Autor (2019).

4.2 Alterações nas planilhas

Após a análise dos resultados, foi necessário propor algumas readequações nas planilhas, visto que as mesmas continham algumas questões incoerentes com as respectivas etapas analisadas.

4.2.1 Planilha de sondagem

Segundo Lukiantchuki (2012) existe uma grande variedade de equipamentos que realizam a sondagem SPT no mercado, logo, a transferência de energia para o amostrador padrão muda de equipamento para equipamento, gerando índices de resistência a penetração em desacordo com a norma.

Para que se tenha um monitoramento dessa energia que é transferida para o amostrador padrão, foi desenvolvido um equipamento que é posicionado tanto no topo como na base da haste.

Devido a isso, a primeira questão da planilha de sondagem, que pode ser observada no Anexo E, foi substituída por “O equipamento utilizado para a realização da sondagem possui aferição de eficiência?” como se pode observar no Anexo A, deixando a mesma com um peso alto de pontuação, pois a aferição de eficiência está diretamente relacionada com o resultado da resistência a penetração do solo e confiabilidade para o desenvolvimento de projetos de fundação.

4.2.2 Planilha de tubulão

Como em obras de médio e grande porte os engenheiros responsáveis pela execução da edificação dificilmente acompanham a execução de todos os elementos de fundação, a segunda questão da planilha foi substituída por “A empresa dispõe de um engenheiro ou técnico capacitado, qualificado e experiente para a realização deste serviço?”.

O décimo oitavo item, que pode ser observado no Anexo F, foi retirado da planilha visto que não é aplicado para este tipo de fundação.

Segundo Alonso (1983) antes do início da escavação da base do tubulão, é de suma importância que seja realizada a confirmação da resistência do solo com o auxílio de um penetrometro para evitar futuras recalques na edificação.

Como em tubulões, não é executada prova de carga, mas é verificada a resistência do solo utilizando um penetrometro, a vigésima primeira questão da planilha foi substituída por “Foi realizada a verificação da tensão admissível na cota de apoio dos tubulões com auxílio de um penetrometro ou algum outro equipamento equivalente?”, como se pode observar no Anexo B.

4.2.3 Planilha de estaca

Assim como na planilha de tubulão a segunda questão foi substituída por “A empresa dispõe de um engenheiro ou técnico capacitado, qualificado e experiente para a realização deste serviço?” e o décimo sétimo item, que pode ser observado no Anexo G, foi removido devido ao fato de não ser aplicado para este tipo de fundação, resultando na planilha observada no Anexo C.

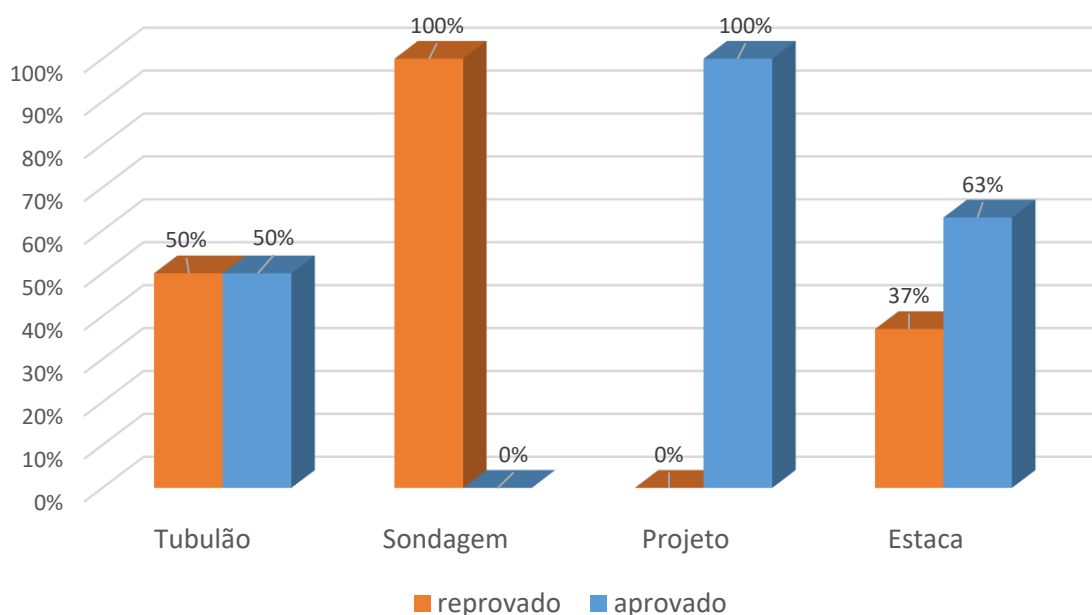
4.2.4 Planilha de Projeto

No quinto item da planilha de projeto, que pode ser observado no Anexo H, foi acrescentado as especificações de espaçamento entre estacas e bases de tubulões resultando em “A distância entre os elementos estruturais de fundação seguiu a mínima determinada pela NBR 6122/2019 (Distância entre base de tubulão 10 cm e para estaca igual ou superior à $2.5 \times D$)”, resultando na planilha do Anexo D.

4.3 Reavaliação das planilhas

Após a readequação das planilhas do programa de controle de qualidade, foi necessário aplicar novamente as mesmas nas obras que participaram da pesquisa, para posteriormente executar os gráficos de barras, a fim de verificar a porcentagem de planilhas aprovadas e reprovadas, como representa o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Resultados finais do programa de controle de qualidade.



Fonte: Autor (2019).

Todas as planilhas iniciais e finais podem ser verificadas no link a seguir:
<https://drive.google.com/drive/folders/1U2ivAOzMUXpf0KViD4ogFuKTXMIO-Gpj?usp=sharing>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a construção civil vem se desenvolvendo cada vez mais no mercado e os erros de projeto e execução estão cada vez mais comuns, é muito importante que as construtoras adotem um sistema de controle de qualidade para elevar o padrão das edificações minimizando estes tipos de erros.

Antes das correções efetuadas nas planilhas de projetos, tubulões, estacas e sondagens, algumas obras estavam sendo reprovadas mesmo realizando os processos corretamente devido às questões estarem incoerentes ou com um peso muito elevado.

A segunda questão das planilhas de tubulões e estacas estavam levando as mesmas a reprovarem de forma indevida, visto que como explicado nos resultados e discussões em obras de grande porte os engenheiros responsáveis pelas obras dificilmente acompanham a execução de todas as fundações, normalmente deixando como responsáveis os técnicos presentes com capacitação para isto.

A planilha de sondagem gerou resultados alarmantes, pois durante este processo não é controlada a altura de queda do martelo, gerando resultados incoerentes com a prática, ou seja, a fundação posteriormente dimensionada pode ser feita de maneira incorreta, visto que durante a execução da sondagem foram obtidos falsos valores da resistência do solo onde a fundação será executada.

A planilha de projeto se destacou entre as demais, obtendo 100% de aprovação, levando a conclusão que os engenheiros estão qualificados para executar projetos de fundações respeitando rigorosamente a norma da ABNT NBR 6122/2019.

Após as correções realizadas nas planilhas de controle de qualidade para as obras de fundações desenvolvidas por Cereza, Wiebbelling e Almeida (2018) foi possível observar que as planilhas que anteriormente estavam reprovando de forma indevida passaram a ser aprovadas gerando resultados coerentes com a prática.

Depois de serem realizadas as correções, foi observado que as obras que eram executadas com estacas escavadas eram as principais causadoras das reprovações das planilhas de estacas, pois o tempo de concretagem máximo de um dia não era respeitado podendo resultar em perda de atrito lateral devido a descompressão do solo.

A planilha de tubulão que reprovou após as correções foi devido à falta de utilização de EPI dos funcionários que estavam executando os tubulões, este tipo de erro não afetará a qualidade dos tubulões, porém é de suma importância que os funcionários estejam utilizando EPI para evitar qualquer risco de acidente de trabalho.

As planilhas de sondagem continuaram reprovando, pois além de não ser controlada a altura de queda do martelo também não foi realizado um ensaio de eficiência com o equipamento que realiza a sondagem, que como citado nos resultados e discussões é muito importante para gerar um N_{spt} coerente com o solo analisado.

Foi observado que na maioria das obras analisadas os erros encontrados são durante a parte de execução da fundação relacionados com a concretagem, utilização de espaçadores, realização de ensaio de prova de carga, controle na altura de queda do martelo e falta de utilização do equipamento de aferição de eficiência, logo a planilha de controle de qualidade deve ser utilizada de forma rigorosa para que os mesmos erros não se repitam.

Com os resultados finais em mãos, foi possível realizar o *feedback* com os engenheiros responsáveis para que os mesmos erros não se repitam futuramente, elevando o padrão de qualidade das edificações realizadas e principalmente evitando futuras patologias nas mesmas.

REFERÊNCIAS

ALI, Amer Fouad; CALEGARI, Diorgenes Vinicius; ALMEIDA, Maycon André de. **Análise da Variabilidade do Solo Para Aplicação de Fundações em Estacas de Baixa Capacidade de Carga na Cidade de Cascavel - PR**. 2018. 9 f. Artigo publicado no COBRAMSEG. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, 2018.

ALONSO, Urbano Rodriguez. **Exercício de Fundação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 6484: Solo-Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2001.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura: Prática na construção civil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1992. 182 p.

BEILFUSS, Tatiane. **Estudo comparativo da fundação de um edifício modelo: estaca x tubulão**. 2012. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijui, Ijuí, 2012.

CEREZA, Lauren Ane Dalmás; WIEBBELLING, Vanessa; ALMEIDA, Maycon André de. **Desenvolvimento de um Programa de Controle de Qualidade para Fundações**. 2018. 10 f. Artigo (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, 2018.

CINTRA, Jose Carlos A.; AOKI, Nelson. **Fundações por estacas: Projeto geotécnico**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 96 p.

EUGENIO, Alexandre dos Santos. **Sistema de controle de qualidade na construção de edificações residenciais: Processo de atualização de informações para evitar repetição de falhas técnicas**. São Paulo, 2008.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

LUKIENTCHUKI, J.A. **Interpretação de resultados do ensaio SPT com base em instrumentação dinâmica**. 2012. 320 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MARINHO, Rafaella Pereira. **Patologia das Fundações: Estudos de Caso**. 2016. 22 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto de Pós-graduação - Ipog, João Pessoa, 2016.

MONTICELI, J. J. et al. **Glossário de equipamentos de sondagens**. São Paulo: ABGE, 1980. 62p.

PINTO, Carlos de Souza. **Curso básico de mecânica dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

SERPA, **Análise de árvore de falhas – AAF**. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/42909/analise-de-arvore-de-falhas-aaf>> Acesso em: 10 mar. 2019.

VELLOSO, Dirceu. A. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas**/Dirceu de Alencar Velloso, Francisco de Rezende Lopes. São Paulo: Oficina dos Textos. 2011.

ZEN, Beatriz Anne Bordin; ALMEIDA, Maycon André de. **Análise do Grau de Compactação através de Ensaio de Cone de Penetração Dinâmica (CPD) em Solo Laterítico de Cascavel/PR**. 2018. 7 f. Artigo (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, 2018.

WIEBBELLING, Vanessa. **Desenvolvimento de uma árvore de falhas de patologias em fundações**. 2014. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, 2014.

ANEXO A – Planilha de sondagem com alterações.

[illegible]

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES EM TUBULÃO									
Obra: Rua Visc. de Guarapuava			Data: 06/08/2019		Hora: 07:30				
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL: 44 Pontos									
Empresa Responsável:		Responsável Técnico:		Equipe de apoio:					
Conferente:									
DESCRIÇÃO			PARÂMETRO		S	N	NA	SC	
1- Os funcionários estão utilizando os EPI's necessários para a atividade?					X			3	
2- A empresa dispõe de um engenheiro ou técnico capacitado, qualificado e experiente para a realização deste serviço?					X			3	
3- A equipe de execução possui experiência e qualificação no serviço?					X			3	
4- Sendo este um serviço realizado em espaço confinado, estão sendo respeitadas as diretrizes da NR 33? (identificar riscos, providenciar equipamento de comunicação, treinamento, equipamento de ar comprimido)					X			3	
5- Na escavação da base dos tubulões, principalmente se for de forma manual, os operários estão usando os devidos equipamentos de segurança de acordo com a NR 33?					X			3	
6- Os elementos de fundação foram executados com a dimensão e geometria corretas?					X			3	
7- Foi feito o controle de prumo durante as escavações da fundação?					X			2	
8- A cota de paralisação do elemento de fundação e condizente ao definido em projeto?					X			3	
9- Foi feita a limpeza do solo superficial excedente, evitando tensões não previstas na parede do elemento bem como da base do tubulão?					X			2	
10- Caso o solo seja saturado ou não coesivo, houve proteção (revestimento, camisa) da parede da escavação?							X	3*	
11- Se necessária a redequação de projeto na execução da fundação profunda, no caso de aparecimento de matacões ou blocos de solo/rocha rígido, foi informado ao projetista e o mesmo tomou as devidas providências (redimensionamento)?							X	3*	
12- Houve a conferência das medidas após sua execução, anteriormente a concretagem?								3	
13- As armaduras foram bem posicionadas utilizando espaçadores?					X			3	
14- Foi realizado ensaios de corpo de prova e <i>Slump Teste</i> para a rastreabilidade do concreto utilizado no elemento estrutural?					X			2	
15- A concretagem foi feita logo após a perfuração/escavação do solo?								3	
16- Foi feito o monitoramento da concretagem dos elementos estruturais da fundação, por um engenheiro ou responsável técnico?					X			2	
17- Houve paralisação durante a concretagem do elemento de fundação?							X	*	
18- A cabeça do elemento de fundação foi devidamente preparada?					X			3	
19- Na execução do elemento estrutural, os materiais utilizados (agregados) foram os determinados em projeto? (Em tubulões, permite-se a utilização de pedra de mão até 30% do volume de concreto entre o trecho limite da armadura e a base)					X			3	
20- Foi realizada a verificação da tensão admissível na cota de apoio dos tubulões com auxílio de um penetrometro ou algum outro equipamento equivalente?					X			3	
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)									

LEGENDA	
S - SIM (Conforme)	INSPECIONADO POR: _____
N - NÃO (Inconformidade)	ASSINATURA: _____
NA - NÃO APLICA	AVALIADO POR: _____
SC - ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA	
(*) - CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE	(X) APROVADO () REPROVADO

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES EM ESTACA						
Obra: Aeroporto Cascavel		Data: 25/04/2019		Hora: 10:00		
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL: Trado mecânico, TOTAL: 35 pontos						
Empresa Responsável:	Responsável Técnico:	Equipe de apoio:				
Conferente:						
DESCRIÇÃO		PARÂMETRO	S	N	NA	SC
1- Os funcionários estão utilizando os EPI's necessários para a atividade?			X			1
2- A empresa dispõe de um engenheiro ou técnico capacitado, qualificado e experiente para a realização deste serviço?			X			3
3- A equipe de execução possui experiência e qualificação no serviço?			X			2
4- Os elementos de fundação executados foram os mesmos dispostos em projeto?			X			3
5- Os elementos de fundação foram executados com a dimensão e geometria corretas?			X			3
6- Foi feito o controle de prumo durante as escavações da fundação?			X			3
7- A cota de paralisação do elemento de fundação é condizente ao definido em projeto?			X			3
8- Foi feita a limpeza do solo superficial excedente, evitando tensões não previstas na parede do elemento?			X			2
9- Se utilizado trado mecânico com grandes diâmetros e pequenas profundidades, foi feita a remoção do solo fofo no fundo do furo, com a compactação da ponta da estaca?					X	2*
10- Caso o solo seja saturado ou não coesivo, houve proteção (revestimento, lama) da parede da escavação?					X	3*
11- Se necessária a redequação de projeto na execução da fundação profunda, no caso de aparecimento de matacões ou blocos de solo/rocha rígido, foi informado ao projetista e o mesmo tomou as devidas providências (redimensionamento)?					X	3*
12- As armaduras foram bem posicionadas utilizando espaçadores?						
13- Foi realizado ensaios de corpo de prova e <i>Slump Teste</i> para a rastreabilidade do concreto utilizado no elemento estrutural?			X			3
14- A concretagem foi feita logo após a perfuração/escavação do solo?		Tolerância de 1 dia		X		3
15- Foi feito o monitoramento da concretagem dos elementos estruturais da fundação, por um engenheiro ou responsável técnico?			X			2
16- Houve paralisação durante a concretagem do elemento de fundação?				X		*
17- A cabeça do elemento de fundação foi devidamente preparada?			X			3
18- No caso de estacas pré-moldadas, houve cuidado no manuseio, descarga, colocação e proteção da estaca durante a cravação?				X		3*
19- Na execução do elemento estrutural, os materiais utilizados (agregados) foram os determinados em projeto?			X			3
20- Foi feito algum ensaio de integridade de estaca?					X	3*
20.1- Caso realizado o ensaio de integridade, o mesmo apresentou algum problema de sectionamento?					X	*
21- Foi realizado ensaio de prova de carga? OBS: Em obras com menos de 100 estacas atribui-se automaticamente 3 PONTOS, pois não é necessária a realização do ensaio nesta situação. Em obras com mais de 100 estacas deve-se realizar o ensaio e caso este não seja feito, perde-se 3 PONTOS.					X	3*
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)						
LEGENDA		INSPECIONADO POR: _____				
S - SIM (Conforme)		ASSINATURA: _____				
N - NÃO (Inconformidade)		AVALIADO POR: _____				
NA - NÃO APLICA		(X) APROVADO () REPROVADO				
SC - ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA						
(*) - CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE						

ANEXO D – Planilha de projeto de fundação com alterações.

PROJETO DE FUNDAÇÃO							
Obra: Rua Visc. do Rio Branco (Obra 3)			Data: 24/05/2019				
Responsável pelo Projeto: 18 PONTOS							
Conferente:							
DESCRIÇÃO			PARÂMETRO	S	N	NA	SC
1- O engenheiro responsável pelo dimensionamento possui capacitação, qualificação e experiência em projeto?				X			3
2- As cargas do projeto estrutural condizem com o porte da obra?				X			3
3- Considerando a presença de nível d'água no terreno, existe um sistema de segurança que possibilite a execução da fundação?						X	3*
4- A fundação foi dimensionada para todos os elementos do projeto?				X			3
5- A distância entre os elementos estruturais de fundação seguiu a mínima determinada pela NBR 6122/2019? (Distância entre base de tubulão 10 cm e para estaca igual ou superior à 2,5 x D)				X			3
6- Considerando a presença de aterro, foi considerado o efeito da sobrecarga que este exerce sobre as fundações?						X	3*
7- As armaduras foram dimensionadas considerando todos os esforços, condizente com a boa prática?				X			3
8- No caso de peças muito esbeltas, foram considerados os efeitos de flambagem (encurvatura), quando submetida a esforços de compressão axial?						X	3*
9- No projeto, a legenda indica os elementos básicos para execução da fundação? (profundidade, dimensão, geometria, armaduras, etc.)?				X			3
10 – Qual o sistema de fundação adotado? Hélice contínua							
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)							
LEGENDA			INSPECIONADO POR: _____ ASSINATURA: _____				
S – SIM (Conforme)							
N – NÃO (Inconformidade)							
NA – NÃO APLICA							
SC – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA							
(*) – CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE			(X) APROVADO () REPROVADO				

ANEXO E – Planilha de sondagem antes das alterações.

SONDAGEM							
Obra: Rua Ipanema Períolo		Data:05/07/2019		Hora: 09:00			
Localização da Sondagem:							
IDENTIFICAÇÃO DO FURO: 25 PONTOS							
Empresa Responsável:		Responsável Técnico:		Equipe de apoio:			
Confêrente:							
TIPO DE SONDAGEM: (X) TRADO MANUAL () PERCUSSÃO							
DESCRIÇÃO		PARÂMETRO	S	N	NA	SC	
1- Foi realizado o ensaio de sondagem?			X			3	
2- A empresa dispõe de um engenheiro ou responsável técnico capacitado, qualificado e experiente para a realização deste serviço?			X			3	
3- A empresa dispõe de uma equipe de apoio com experiência e qualificação no serviço?			X			2	
4- Os pontos de sondagem foram realizados em locais estratégicos, ou seja, nas áreas mais carregadas da estrutura?			X			3	
5- O número de sondagens seguiu o mínimo especificado pela NBR 8036/1985?			X			3	
6- O peso do martelo está de acordo com o padronizado?		Peso padrão: 65 kgf	X			2	
7- Houve controle na altura de queda do martelo?		Altura padrão: 75 cm		X		2	
8- Houve acompanhamento na contagem de golpes do martelo até a profundidade de 45 cm e intermediariamente para cada 15cm a cada metro perfurado?			X			3	
9- A profundidade da investigação foi suficiente, levando em consideração o tipo de edificação, seu carregamento ou a existência de subsolo?			X			3	
10- As amostras de solo foram devidamente coletadas, armazenadas e identificadas?			X			3	
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)							
LEGENDA		INSPECIONADO POR: _____ ASSINATURA: _____					
S – SIM (Conformidade) N – NÃO (Inconformidade) NA – NÃO APLICA SC – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA (*) – CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS RESPARADAMENTE		AVALIADO POR: _____ () APROVADO (X) REPROVADO					

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES EM TUBULÃO									
Obra: Rua Visc. de Guarapuava				Data: 06/08/2019		Hora: 07:30			
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL: 41 Pontos									
Empresa Responsável:		Responsável Técnico:		Equipe de apoio:					
Conferente:									
DESCRIÇÃO				PARÂMETRO	S	N	NA	SC	
1- Os funcionários estão utilizando os EPI's necessários para a atividade?					X			3	
2- A empresa contratada dispõe de um engenheiro responsável atuante e presente durante a execução de todos os elementos de fundação?					X			3	
3- A equipe de execução possui experiência e qualificação no serviço?					X			3	
4- Sendo este um serviço realizado em espaço confinado, estão sendo respeitadas as diretrizes da NR 33? (identificar riscos, providenciar equipamento de comunicação, treinamento, equipamento de ar comprimido)					X			3	
5- Na escavação da base dos tubulões, principalmente se for de forma manual, os operários estão usando os devidos equipamentos de segurança de acordo com a NR 33?					X			3	
6- Os elementos de fundação foram executados com a dimensão e geometria corretas?					X			3	
7- Foi feito o controle de prumo durante as escavações da fundação?					X			3	
8- A cota de paralisação do elemento de fundação e condizente ao definido em projeto?					X			3	
9- Foi feita a limpeza do solo superficial excedente, evitando tensões não previstas na parede do elemento bem como da base do tubulão?					X			2	
10- Caso o solo seja saturado ou não coesivo, houve proteção (revestimento, camisa) da parede da escavação?							X	3*	
11- Se necessária a readequação de projeto na execução da fundação profunda, no caso de aparecimento de matacões ou blocos de solo/rocha rígido, foi informado ao projetista e o mesmo tomou as devidas providências (redimensionamento)?							X	3*	
12- Houve a conferência das medidas após sua execução, anteriormente a concretagem?					X			3	
13- As armaduras foram bem posicionadas utilizando espaçadores?					X			3	
14- Foi realizado ensaio de corpo de prova e <i>Slump Teste</i> para a rastreabilidade do concreto utilizado no elemento estrutural?					X			2	
15- A concretagem foi feita logo após a perfuração/escavação do solo?				Tolerância de 1 dia		X		3	
16- Foi feito o monitoramento da concretagem dos elementos estruturais da fundação, por um engenheiro ou responsável técnico?					X			2	
17- Houve paralisação durante a concretagem do elemento de fundação?						X		*	
18- Foi executada junta de trabalho entre edificações construídas na divisa?							X	3*	
19- A cabeça do elemento de fundação foi devidamente preparada?					X			3	
20- Na execução do elemento estrutural, os materiais utilizados (agregados) foram os determinados em projeto? (Em tubulões, permite-se a utilização de pedra de mão até 30% do volume de concreto entre o trecho limite da armadura e a base)					X			3	
21- Foi realizado ensaio de prova de carga?						X		3	
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)									
LEGENDA									
S - SIM (Conforme)									
N - NÃO (Inconformidade)									
NA - NÃO APLICA									
SC - ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA									
(*) - CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE									
INSPECIONADO POR: _____				INSPECIONADO POR: _____					
ASSINATURA: _____				ASSINATURA: _____					
AVALIADO POR: _____				AVALIADO POR: _____					
				() APROVADO (X) REPROVADO					

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES EM ESTACA						
Obra: Aeroporto Cascavel		Data: 25/04/2019		Hora: 10:00		
IDENTIFICAÇÃO DO ELEMENTO ESTRUTURAL: Trado mecânico, TOTAL: 32 pontos						
Empresa Responsável:	Responsável Técnico:	Equipe de apoio:				
Conferente:						
DESCRIÇÃO		PARÂMETRO	S	N	NA	SC
1- Os funcionários estão utilizando os EPI's necessários para a atividade?			X			1
2- A empresa contratada dispõe de um engenheiro responsável atuante e presente durante a execução de todos os elementos de fundação?				X		3
3- A equipe de execução possui experiência e qualificação no serviço?			X			2
4- Os elementos de fundação executados foram os mesmos dispostos em projeto?			X			3
5- Os elementos de fundação foram executados com a dimensão e geometria corretas?			X			3
6- Foi feito o controle de prumo durante as escavações da fundação?			X			2
7- A cota de paralisação do elemento de fundação é condizente ao definido em projeto?			X			3
8- Foi feita a limpeza do solo superficial excedente, evitando tensões não previstas na parede do elemento?			X			2
9- Se utilizado trado mecânico com grandes diâmetros e pequenas profundidades, foi feita a remoção do solo fofo no fundo do furo, com a compactação da ponta da estaca?					X	2*
10- Caso o solo seja saturado ou não coesivo, houve proteção (revestimento, lama) da parede da escavação?					X	3*
11- Se necessária a readequação de projeto na execução da fundação profunda, no caso de aparecimento de matacões ou blocos de solo/rocha rígido, foi informado ao projetista e o mesmo tomou as devidas providências (redimensionamento)?					X	3*
12- As armaduras foram bem posicionadas utilizando espaçadores?						3
13- Foi realizado ensaios de corpo de prova e Slump Teste para a rastreabilidade do concreto utilizado no elemento estrutural?			X		X	2
14- A concretagem foi feita logo após a perfuração/escavação do solo?		Tolerância de 1 dia		X		3
15- Foi feito o monitoramento da concretagem dos elementos estruturais da fundação, por um engenheiro ou responsável técnico?				X		2
16- Houve paralisação durante a concretagem do elemento de fundação?					X	*
17- Foi executada junta de trabalho entre edificações construídas na divisa?					X	3*
18- A cabeça do elemento de fundação foi devidamente preparada?				X		3
19- No caso de estacas pré-moldadas, houve cuidado no manuseio, descarga, colocação e proteção da estaca durante a cravação?					X	3*
20- Na execução do elemento estrutural, os materiais utilizados (agregados) foram os determinados em projeto?				X		3
21- Foi feito algum ensaio de integridade de estaca?					X	3*
21.1- Caso realizado o ensaio de integridade, o mesmo apresentou algum problema de sectionamento?					X	*
22- Foi realizado ensaio de prova de carga? OBS: Em obras com menos de 100 estacas atribui-se automaticamente 3 PONTOS, pois não é necessária a realização do ensaio nesta situação. Em obras com mais de 100 estacas deve-se realizar o ensaio e caso este não seja feito, perde-se 3 PONTOS.						3*
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência)						
LEGENDA		INSPECIONADO POR: _____				
S – SIM (Conforme)		ASSINATURA: _____				
N – NÃO (Inconformidade)		_____				
NA – NÃO APLICA		_____				
SC – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA		_____				
(*) – CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE		_____				
		() APROVADO (X) REPROVADO				

ANEXO H – Planilha de projeto de fundação antes das alterações.

PROJETO DE FUNDAÇÃO						
Obra: Rua Visc. do Rio Branco (Obra 3)						
Responsável pelo Projeto: 18 PONTOS						Data: 24/05/2019
Conferente:						
DESCRIÇÃO		PARÂMETRO	S	N	NA	SC
1-	O engenheiro responsável pelo dimensionamento possui capacitação, qualificação e experiência em projeto?		X			3
2-	As cargas do projeto estrutural condizem com o porte da obra?		X			3
3-	Considerando a presença de nível d'água no terreno, existe um sistema de segurança que possibilite a execução da fundação?				X	3*
4-	A fundação foi dimensionada para todos os elementos do projeto?		X			3
5-	A distância entre os elementos estruturais de fundação seguiu a mínima determinada pela NBR 6122/2010?		X			3
6-	Considerando a presença de aterro, foi considerado o efeito da sobrecarga que este exerce sobre as fundações?				X	3*
7-	As armaduras foram dimensionadas considerando todos os esforços, condizente com a boa prática?		X			3
8-	No caso de peças muito esbeltas, foram considerados os efeitos de flambagem (encurvatura), quando submetida a esforços de compressão axial?				X	3*
9-	No projeto, a legenda indica os elementos básicos para execução da fundação? (profundidade, dimensão, geometria, armaduras, etc.)?		X			3
10 -	Qual o sistema de fundação adotado? Hélice contínua					
COMENTÁRIOS (problemas encontrados durante o processo ou observações relevantes verificadas durante a conferência) 						
LEGENDA		INSPECIONADO POR: _____				
S – SIM (Conforme)		ASSINATURA: _____				
N – NÃO (Inconformidade)		AVALIADO POR: _____				
NA – NÃO APLICÁVEL		(X) APROVADO () REPROVADO				
SC – ÍNDICE DE IMPORTÂNCIA						
(*) – CASOS ESPECÍFICOS ANALISADOS SEPARADAMENTE						