

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP
ENGENHARIA CIVIL**

**SOBRE METODOS E CONSIDERAÇÕES ENVOLVIDOS NUM PROJETO DE
IMPLOÇÃO DE EDIFÍCIOS.**

**MARIO CESAR DA COSTA
SAMUEL BIONDO VIEIRA
MARINALVA RODRIGUES MARTINS
MARCOS AUGUSTO BRAGA MARTINES
GUSTAVO FELIPE DE MOURA BATISTA**

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2019**

Mario Cesar da Costa
Samuel Biondo Vieira
Marinalva Rodrigues Martins
Marcos Augusto Braga Martines
Gustavo Felipe de Moura Batista

**SOBRE METODOS E CONSIDERAÇÕES ENVOLVIDOS NUM PROJETO DE
IMPLOÇÃO DE EDIFÍCIOS.**

*Trabalho de conclusão apresentado ao
Centro Universitário Campo Limpo
Paulista – UNIFACCAMP, como requisito
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.*

Orientador: Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior
Prof. Francisco Coelho de Oliveira

Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2019

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP
ENGENHARIA CIVIL**

**SOBRE METODOS E CONSIDERAÇÕES ENVOLVIDOS NUM PROJETO DE
IMPLOÇÃO DE EDIFÍCIOS.**

RA 24290 Mario Cesar da Costa

RA 24376 Samuel Biondo Vieira

RA 27922 Marinalva Rodrigues Martins

RA 24572 Marcos Augusto Braga Martines

RA 24859 Gustavo Felipe de Moura Batista

Orientador: Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Banca Examinadora:

Prof.

Convidado

Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Orientador

Prof. Dr. Paschoal Perdão Junior

Coordenador

**Campo Limpo Paulista - SP
Dezembro – 2019**

DEDICATÓRIA

Queremos dedicar esse trabalho aos familiares e amigos, que contribuíram com palavras de motivação e foram compreensivos com os momentos de ausência. Essa vitória também é de vocês.

AGRADECIMENTO

Agradecemos em primeiro lugar a Deus que nos deu forças, sabedoria e discernimento para enfrentarmos todas as adversidades neste período de desenvolvimento acadêmico.

Agradecemos a todos os nossos familiares, esposas, noiva e amigos, pelo suporte, apoio e paciência durante toda nossa jornada, onde passamos por momentos difíceis, alegres, tristes também, eles em todo tempo estavam lá para nos escutar e apoiar.

Agradecemos a todos os professores, que desde o início de nossa luta nos deram todo suporte para percorrermos essa longa estrada de aprendizado.

RESUMO

A Implosão é uma técnica utilizada com explosivos para realizar demolições de estruturas de forma controlada e rápida, A técnica de implosão, quando considerado os fatores tempo, custo e benefício, fica à frente na solução de desmonte controlado de estruturas, além dos casos o qual é o único método viável para se realizar esse desmonte, mas apesar disso não se possui na literatura trabalhos que mostrem detalhadamente as etapas de uma implosão, e através de uma revisão bibliográfica realizamos esse estudo para detalhar as etapas dessa técnica. Diferente do que a grande maioria pode pensar, não é somente a quantidade de explosivos que será capaz de fazer um edifício ou uma estrutura cair, a força gravitacional assume um papel importante. Os explosivos destroem cerca de 10% das colunas, sendo colocados em pontos específicos das estruturas, fazendo com que ela entre em colapso generalizado retirando a sustentação, assim a porção superior, colidirá com a parte inferior com força suficiente para causar danos significativos. Os explosivos apenas disparam a demolição, é a gravidade que traz o prédio abaixo.

Palavras chaves: Implosão de Edifício; Gravidade;

LISTA DE SIGLAS

TTOC	transmissor tubular de ondas de choque
M	metros
MM	milímetros
SEC	segundos
dB	decibéis
CETESP	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
MS	milissegundos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espuma expansiva em PU

Figura 2 – VALEX SSP

Figura 3 – VALECORD

Figura 4 – Nitronel

Figura 5 – Nitronel Iniciador.

Figura 6 – Demolição Manual

Figura 7 – Demolição Mecanizada.

Figura 8 – Perfuração das colunas

Figura 9 – SISMOGRAMA

Figura 10 - Sismógrafo típico e exemplo de instalação

Figura 11 – Exemplo de pilar protegido com manta geotêxtil

Figura 12 – Exemplo de proteção de edifício com tela fachadeira.

Figura 13 – Exemplo de cabo de aço instalado para favorecer o controle da queda.

Figura 14 – Detalhe de conexão entre cordel detonante de brinel.

Figura 15 – Planta do local de implosão.

Figura 16 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- Térreo.

Figura 17 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 1ºPavimentação.

Figura 18 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 2ºPavimentação.

Figura 19 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 3ºPavimentação.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de cálculo referente a figura 16.

Tabela 2 – Tabela de cálculo referente a figura 17.

Tabela 3 – Tabela de cálculo referente a figura 18.

Tabela 4 – Tabela de cálculo referente a figura 19.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo geral	12
1.1.1. Objetivos específicos.....	12
1.2. Problema.....	13
1.3. Justificativa.....	13
1.4. Metodologia.....	13
1.4.1. Metodologia do projeto	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Porque se utiliza a implosão	15
2.2. Implodir exige um projeto tão ou mais preciso do que construir?	15
2.2.1. E devemos colocar em conta também os cuidados prévios.....	16
2.2.2. Quais materiais são usados nas implosões?.....	16
2.2.3. Em termos de logística, o que envolve uma implosão?.....	16
3. ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO EXECUÇÃO DE PROJETO.	18
3.1. Plano de Fogo	18
3.2. Enfraquecimento das estruturas.....	22
3.2.1. Perfuração	23
3.3. Minimização dos impactos ambientais.....	24
3.4. Carregamento e amarração dos explosivos e acessórios.	29
3.4.1. Área de implosão.	30
4. EXECUÇÃO DOS CALCULOS MAPEAMENTO DE COLUNAS.	32
4.1. Planilha de cálculo.	32
4.1.1. Mapeamento dos explosivos e Planilha de cálculo prédio 1.....	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

As estruturas são projetadas para um certo período de vida útil. Após esse período a construção necessita de manutenção ou recuperação para se manter segura aos seus ocupantes e construções do seu entorno. Quando não é viável a sua recuperação por motivos técnicos ou econômicos a edificação deve ser demolida.

A demolição estrutural pelo método de implosão, é uma técnica que está sendo utilizado com maior frequência no Brasil, esse processo de implosão se torna um projeto mais econômico e mais rápido do que a demolição estrutural.

Realizando um estudo de caso, mostrara as etapas do projeto de implosão em uma estrutura.

A Demolição é o processo de destruir, desconstruir ou levar ao colapso uma estrutura. A demolição pode ser parcial ou global a ser aplicada em estruturas novas ou antigas. Para a demolição de estruturas de médio e grande porte é indicado à utilização de explosivos a fim de minimizar os riscos com eficiência. É uma maneira de curto prazo, controlada e de baixo custo de demolir uma estrutura.

A implosão é uma técnica que busca levar a estrutura ao colapso através de métodos explosivos. Uma implosão de um edifício leva apenas alguns segundos para deixar a estrutura em ruínas, mas necessita de muitos dias de análise e estudo para ser efetuada com segurança do local e seu entorno e minimizar a possibilidade de surgimento de imprevisto mitigando as chances de danos provenientes da operações.

A demolição por implosão, é a demolição de estrutura mais eficaz e a mais difícil a de se realizar, devido a elaboração dos mapeamentos das colunas para saber onde deverá ser utilizados os explosivos. O plano de fogo para realizar a dimensionamento de explosivo nas colunas.

Depois da estrutura ser implodida, a área deve ser vistoriada para que se certifique que todos os explosivos foram detonados para que não haja riscos de

acidente o mesmo na remoção do material, e todos os resíduos gerados devem ter destinação apropriada definido antecipadamente por um plano de gestão de resíduos.

Ao longo dos anos a demolição vem evoluindo com novas técnicas e equipamentos visando segurança, produtividade e baixo custo e o mesmo ocorreu com os explosivos e iniciadores que aumentaram sua eficiência e precisão, assim a implosão é umas técnicas mais rápidas e controlada do século XXI.

1.1. Objetivo geral

A técnica de implosão, quando considerado os fatores tempo e custo, fica à frente na solução de desmonte de estruturas, além do mais, há casos em que é o único método viável, seja por questões de segurança ou logística, mas ainda assim, não se encontra na literatura trabalhos que mostrem detalhadamente as etapas de uma implosão. Apesar disso, através de uma revisão bibliográfica realizamos esse estudo abordando todas etapas, não apenas com uma visão técnica, mas também com uma visão global, possibilitando a todos que tenham acesso a esse artigo aprender sobre implosão de edifícios.

1.1.1. Objetivos específicos

No campo da Engenharia Civil define-se demolição por implosão, a demolição de edificações e estruturas civis de grande porte por meio de explosivos industriais e da ação da gravidade, de modo rápido e seguro.

O objetivo deste relatório é apresentar a metodologia e os principais parâmetros relacionados aos explosivos industriais que serão empregados na implosão da antiga fábrica da BUNGE, MOINHO MARILU.

1.2. Problema

Quando falamos de processo de demolição estrutural, pensamos em demolição mecânica, mas esse pensamento é imediatamente confortado devido o alto custo para realizar o processo.

Não menos importante, temos o tempo de execução do projeto que se torna um problema.

Este projeto busca mostrar a demolição de estrutural pelo método de implosão, reduzindo custo do projeto e tempo do mesmo.

1.3. Justificativa

O presente trabalho possui como principal objetivo identificar as etapas de uma implosão de edifício estrutural.

Realizando um estudo de caso, no projeto de demolição por implosão da antiga fábrica da BUNGE, MOINHO MARILU.

Identificando as principais etapas e parâmetros relacionados aos explosivos industriais que serão empregadas na implosão.

1.4. Metodologia

Com base em um estudo de caso, foi levantado a necessidade de se utilizar o método de implosão em uma demolição industrial. Após uma pesquisa sobre o assunto, encontramos um projeto de implosão da antiga fábrica da BUNGE, MOINHO MARILU, na cidade do Rio de Janeiro, realizado pela empresa Arcoenge.

Deste estudo então vieram as etapas, cálculos e produtos que possibilitaram transparecer o método de uma implosão.

1.4.1. Metodologia do projeto

Serão feitos alguns estudos separados para que conseguirmos identificar todo o processo para de uma implosão de um edifício.

- **O primeiro passo:**

Será realizado através de um estudo, a elaboração de um plano de fogo, para realizar o dimensionamento de explosivos, através de cálculos.

- **O Segundo passo:**

Será o mapeamento das colunas do edifício, para realizar a introdução dos explosivos nas colunas corretas e na sequência exata de detonação.

- **O terceiro passo:**

Após os mapeamentos das colunas, realizaremos a perfuração das mesmas.

- **O quarto passo:**

A minimização dos impactos ambientais, conformes as normas da ABNT e CETESB, esse processo será realizado dentro das conformidades.

- **O quinto passo:**

O carregamento de explosivos, será realizado com base no plano de fogo e o mapeamento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Porque se utiliza a implosão

No século XXI se encontra muitos edifícios que possuem em torno de 50 anos ou mais de idade, com o aumento das obras no Brasil, esses edifícios estão dando lugar a novos empreendimentos com isso, aumentou a demanda por implosões. Atualmente no mercado Brasileiro são poucas as empresas nesse seguimento, poucas empresas têm a tecnologia avançada que requer um procedimento desse padrão.

Estudos revelam que um projeto de implosão necessita um cuidado elevado quanto a construção de uma estrutura. No mercado de hoje já encontramos alguns softwares que podem realizar uma simulação, que permite a visualização antes dela acontecer, verificando todos os detalhes e antecipando possíveis problemas futuros.

O Brasil é considerado inovador em sistema de implosão em fatores de segurança, não de obra qualificada e tecnologias para a execução do projeto.

Disponível em: <http://portalclubedeengenharia.org.br/> . Acesso em :02.06.2020.

2.2. Implodir exige um projeto tão ou mais preciso do que construir?

Com certeza. Primeiro devemos avaliar todo o projeto e certificar que o mesmo não ocasione nenhum risco, são necessário uma simulação no software para que possam antecipar e caso aconteça um problema na execução do projeto, uma certificação das vigas, dos pilares, das lajes se tiver elevador o edifício e importante verificar a caixa de elevador também, enfim tudo o que tiver fundação estrutural.

Além disso, antes da implosão é necessário o enfraquecimento da estrutura, realizando corte em escadas, retirada da maior parte de alvenaria a ponto de ela não cair antes do momento correto. O cálculo de explosivo é importante para que possa

certifica-se que será utilizado a menor quantidade de explosivos e os pontos corretos para a introdução os explosivos. É um cálculo que exige muita precisão.

São realizados estudos para que não ocorra nenhum erro durante o processo. Existe um software importado dos Estados Unidos que permite simular a implosão. Utilizamos o programa no estádio Castelão, em Fortaleza. Era preciso demolir parte da arquibancada, sem afetar a estrutura remanescente do estádio. Foram realizados cerca de uns cinco ensaios diferentes de simulação para avaliar qual o tipo ideal de implosão.

Disponível em: <http://portalclubedeengenharia.org.br/> . Acesso em :02.06.2020.

2.2.1. E devemos colocar em conta também os cuidados prévios.

Todos os projetos devem ser examinados por semanas ou até mesmo meses, a implosão, em si, ocorre por alguns segundos. Entre as várias etapas, destaca: planejamento, preparação, proteção das construções vizinhas, instalação de explosivos em áreas estratégicas do ambiente e limpeza.

Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/> . Acesso em: 02.06.20.

2.2.2. Quais materiais são usados nas implosões?

Existem carga moldada, darda hidráulica, bananas de dinamites, retardos e cordéis detonantes. O ativador da implosão também é importante. Ele pode ter uma iniciação elétrica, uma iniciação por estopim ou uma iniciação por brinel, que é um ativador espontâneo.

Os explosivos utilizados em uma implosão, deve ser calculado corretamente e ter uma precisão para que o prédio venha abaixo sem correr o risco de sair alguma coisa errada.

Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/> . Acesso em: 02.06.20.

2.2.3. Em termos de logística, o que envolve uma implosão?

O primeiro item é o prazo. Tem que definir o dia da explosão, para que todos os organismos públicos – polícia, corpo de bombeiros, defesa civil e companhias de água, energia e gás – possam se programar. Também é necessário obter a licença

dos explosivos e organizar a entrega de material explosivo, já que ele não pode ficar exposto na obra. Então, antes, é preciso definir quantos furos serão necessários para a implosão. Tudo isso leva cerca de 30 dias, pelo menos.

Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/> . Acesso em: 02.06.20.

3. ESTUDO DE CASO ENVOLVENDO EXECUÇÃO DE PROJETO.

O método de demolição por implosão utilizada na referida obra será desenvolvido nas seguintes etapas principais, são elas:

- Plano de Fogo
- Enfraquecimento das Estruturas;
- Minimização dos impactos Ambientais
- Carregamentos dos Explosivos

3.1. Plano de Fogo

O primeiro passo de uma implosão é identificar as estruturas que irão ser implodidas, através de constatação no local, projetos e demais informações passíveis de levantamento. Abastecido dessa informação, o engenheiro de minas responsável pela implosão elabora um plano de trabalho denominado Plano de Fogo. Nele são definidos todos os parâmetros necessários para que a detonação ocorra de forma eficiente e controlada.

Para este serviço será utilizado o explosivo industrial do tipo emulsão encartuchada, iniciado por TTOC (transmissor tubular de ondas de choque) temporizados e cordel detonante. Seus quantitativos e outros parâmetros são descritos a seguir:

- Material a ser detonado: concreto armado
- Diâmetro de furo: 38mm
- Inclinação dos furos: horizontal
- Tipo de tampão: espuma expansiva em PU

Conforme mostrado na Figura 1, a espuma expansiva em PU será utilizada para realizar os tampões, da furação na coluna que será introduzida o explosivo. O tampão servi para confinar o explosivo

Figura 1 - Espuma expansiva em PU



**Espuma Expansiva de PU 500ml
Professional**

Fonte - Disponível em:(<https://www.lojadomecanico.com.br/>. Acesso em: 09.05.20).

- Profundidade média dos furos: 0,44m
- Número de furos: 102
- Total de metros perfurados: 453,69m
- Explosivo utilizado (ou similar): VALEX SSP

Conforme mostrado na Figura 2, Valex SSP – emulsão encartuchada de nitrato de amônio com adição de perclorato de potássio, desenvolvida especialmente para aplicações em subsolo e desmonte estrutural.

Apresenta na formulação um aditivo especial que aumenta a sua sensibilidade a iniciação, otimizando a propagação da onda de choque)

Figura 2 – VALEX SSP



Fonte - Disponível em:(<https://www.maxamcorp.com/> Acesso em: 09.05.20)

- Diâmetro do cartucho de explosivo: 1"
- Comprimento do cartucho de explosivo: 8"
- Densidade do explosivo: 1,25g/cm³
- Peso de um cartucho: 0,13kg
- Quantidade de explosivo: 250kg
- Cordel detonante NP5: 3750m

Conforme mostrado na Figura 3, o Cordel Detonante é um acessório de detonação com elevada resistência à tração, impermeabilidade a água, óleo e outros líquidos normalmente presentes nas detonações, possibilita o acionamento eficaz de várias cargas explosivas em uma única detonação. Sua velocidade de detonação é de 7000 metros por segundo.

Figura 3 – VALECORD



Fonte - Disponível em:(<https://www.maxamcorp.com/> Acesso em: 09.05.20)

- TTOC – Nitronel túnel temporizado -12 m (ou similar): 1.500

Conforme mostrado na Figura 4, o Sistema de iniciação não elétrica- é um acessório de iniciação não elétrico produzido com a tecnologia de ponta, que não emprega nenhuma substância explosiva, mas gera uma fagulha de alta temperatura dentro do tubo de plástico, em vez de onda de choque encontrada na tecnologia do tubo de choque convencional.

Figura 4 – Nitronel



Fonte - Disponível em:(<https://www.maxamcorp.com/> Acesso em: 09.05.20)

- TTOC – Nitronel iniciador 150 m (ou similar): 30

Conforme mostrado na Figura 5, o Nitronel iniciador é um sistema de iniciação que facilita uma simples, fácil e segura iniciação de detonações, assim como as interligações entre distintas detonações dentro de uma sequência.

Figura 5 – Nitronel Iniciador.



Fonte - Disponível em:(<https://www.maxamcorp.com/> Acesso em: 09.05.20)

- Razão de carga: 1kg/m³
- Carga máxima por espera: 2,4kg

O explosivo será distribuído uniformemente nos furos das colunas de modo a aumentar sua eficiência. As colunas perfuradas serão detonadas conforme sequência apresentada no plano de cálculo I. Os tempos da detonação de cada secção de pilar também estão indicados nas planilhas do Plano de cálculo I.

3.2. Enfraquecimento das estruturas

Esta etapa consiste na demolição manual e mecanizada de estruturas em concreto ou alvenaria (escadas, paredes e etc.) que podem ocasionalmente interferir no sucesso da implosão.

Para o serviço manual utilizam-se rompedores hidráulicos manuais acionados por compressores pneumáticos, marretas (figura 6) entre outros equipamentos. No enfraquecimento com equipamentos mecanizados utiliza-se de escavadeiras e mini escavadeiras hidráulicas acopladas com pesados rompedores hidráulicos.

Conforme mostrado na figura 6, a demolição Manual é um procedimento de demolição da alvenaria, todas implosões são importantes realizar a retirada da maior parte de alvenaria do edifício, assim diminuirá o risco de projeção e lançamento de matérias no momento da implosão. O processo Manual é utilizado na maioria das vezes na parte interna do edifício, locais que não conseguem utilizar máquinas

Figura 6 – Demolição Manual



Fonte - Disponível em: (<https://www.demolidoramoreirasantos.com.br/>. Acesso em: 09.05.20).

Conforme mostrado na figura 7, a demolição Mecanizada é um procedimento de demolição da alvenaria, seguindo o mesmo procedimento de uma demolição manual e precisando atingir o mesmo resultado, a demolição mecanizada é utilizada no lado de fora do edifício, para diminuir o tempo que se utiliza de uma demolição manual e poder alcançar locais mais altos.

Figura 7 – Demolição Mecanizada.



Fonte - Disponível em:(<https://www.demolidoramoreirasantos.com.br/>. Acesso em: 09.05.20).

3.2.1. Perfuração

A perfuração será realizada com perfuratrizes manuais acionadas por compressores pneumáticos, em cada pilar serão realizados de dois a cinco furos variando de aproximadamente 0,20m a 1,5m de profundidade, dependendo da geometria de cada pilar típico. Nestes furos serão carregadas as cargas explosivas.

Conforme mostrado na Figura 8, a coluna do edifício a ser implodido passa por uma perfuração utilizando o martelo de coluna, realizando a perfuração com o

diâmetro desejável e com a malha desejável, a malha é a distância de um furo pro outro “espaçamento X afastamento”

Figura 8 – Perfuração das colunas



Fonte - Disponível em: <http://www.apoiolocacoes.com/>. Acesso em: 02.06.20).

3.3. Minimização dos impactos ambientais

Antes da implosão será realizada uma vistoria cautelar do entorno de isolamento para verificação de patologias pré-existentes nos vizinhos.

Os principais possíveis impactos ambientais a serem minimizados são:

- Geração de poeira

Para minimizar a geração de poeira o ambiente será umidificado 2 horas antes do evento. Na fachada mais próxima à obra do hospital será instalada uma tela fachadeira. A mesma será umectada instantes antes da implosão, para adsorver a maior quantidade de material particulado possível.

- Vibração

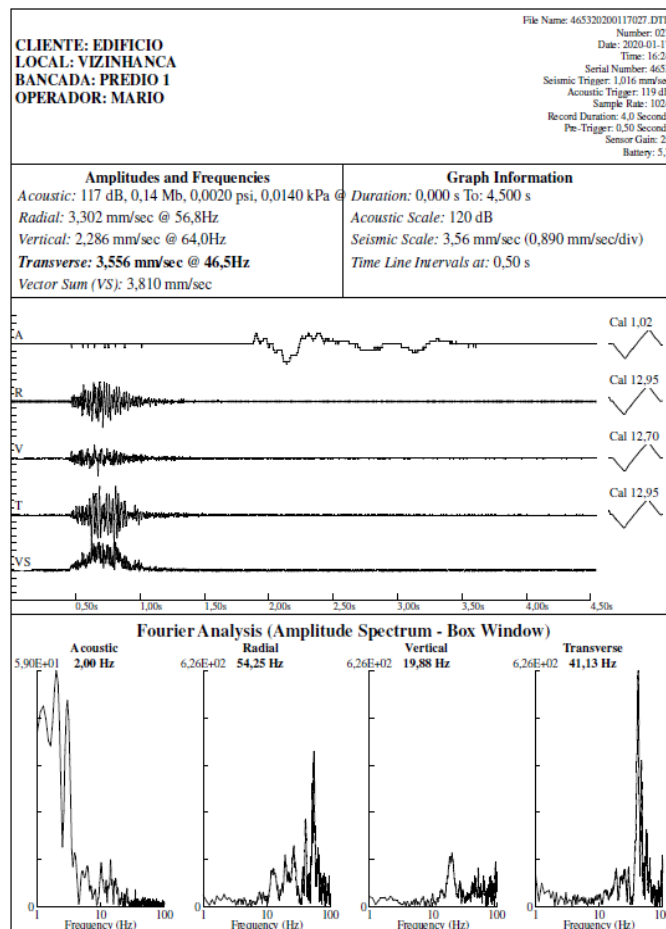
Para minimizar a vibração será respeitada a carga máxima por espera

mencionada no plano de fogo. Adicionalmente serão locados 8 sismógrafos de engenharia para monitoramento das principais edificações vizinhas. Os pontos serão definidos de acordo com as estruturas identificadas na vistoria cautelar, como o hospital de traumatologia e os elevados, por exemplo.

Os dados fornecidos pelo sismógrafo são componentes X, Y e Z da velocidade de partícula (em mm/s), as frequências associadas a esses componentes (em Hz), a resultante da velocidade de partícula e a sobre pressão acústica.

Conforme mostrado na Figura 9, Sismograma- é um registro gerado pelo sismógrafo, utilizada para medir a movimentação do solo, a vibração e a pressão acústica na hora da implosão, seguindo a exigência da CETESP 4,20 mm/sec de vibração e 128 dB de pressão acústica, e a exigência da ABNT 4,00 a 15,00 mm/sec.

Figura 9 – SISMOGRAMA



Conforme mostrado na figura 10, O sismógrafo é um aparelho que consegue detectar a movimentação do solo, incluindo os gerados pelas ondas sísmicas, em obra, detonação e implosões o sismógrafo é utilizado para medir a vibração e a pressão acústica, para sempre estar dentro do permitido pela CETESB e a ABNT.

Figura 10 -Sismógrafo típico e exemplo de instalação



Fonte - Disponível em: <https://www.technoblast.com.br/> . Acesso em: 09.05.20).

Para edificações simples, tipo moradias de vizinhos é levado em conta a Norma ABNT NBR 9653. Para estruturas pesadas de concreto armado, tipo o elevado, são levadas em conta Normas Internacionais de limite de velocidade máxima de partícula.

- Ultra-lançamento de partículas

Para minimizar o ultra-lançamento de partículas, serão respeitados os parâmetros apresentados no plano de fogo e os edifícios serão envolvidos por telas protetoras, que evitarão o lançamento de fragmentos.

O sistema de proteção possui conceito duplo de segurança. A primeira medida consiste em envolver totalmente as secções de pilares a serem detonados com três voltas completas de manta geotextil RT – 21.

Conforme mostrado na Figura 11, A manta Geotêxtil atua como elemento de filtrante em sistema de filtragem, em um processo de implosão ela é usada para minimizar o eltralançameto de fragmentos de concreto das vigas. A manta tem uma resistência a tração, resistência aos esforços de instalações, alongamento a tração, modulo de rigidez à tração, por isso se torna o material mais utilizado para proteção das colunas do edifício.

Figura 11 – Exemplo de pilar protegido com manta geotêxtil.



A segunda medida consiste em envolver toda a circunferência aberta dos três edifícios com três camadas de tela fachadeira.

Conforme mostrado na Figura 12, A tela fachadeira é utilizada e diversas atividades da construção civil, uma delas é a implosão, na implosão se utiliza para realizar o fechamento da frente do edifício, obtendo- se uma maior segurança em torno da implosão, diminuindo ainda mais a possibilidade de ultralançamentos de fragmentos

Figura 12 – Exemplo de proteção de edifício com tela fachadeira.



Fonte - Disponível em: (<https://www.teciam.com.br/>). Acesso em: 09.05.20).

Resumindo, a manta geotextil recebe o impacto da detonação do pilar, amortece o arremesso quase na sua totalidade, mas se ainda assim escapar algum fragmento, as camadas de tela fachadeira receberão estes fragmentos restantes e não permitirão a sua passagem para fora da área de influência.

Como solução para a queda controlada da fachada do edifício 3, serão instalados alguns cabos de aço, em diagonal, de tal forma que a própria queda de secções anteriores do mesmo prédio puxará a fachada para dentro da obra, evitando-se ao máximo possível os transtornos para a avenida.

Haverá uma equipe de prontidão para eventuais situações de limpeza e remoção externas à obra.

Será, ainda, paralisado o tráfego de automóveis e transeuntes, assim como removidos moradores e trabalhadores próximos ao evento, conforme croqui apresentado no anexo II.

Conforme mostrado na Figura 13, se utiliza a instalação de cabos para ajudar a controlar a direção que precisamos no momento da detonação dos explosivos. São detonados os pilares centrais e posteriormente os laterais. O objetivo é fazer com que a estrutura caia como se fosse sugada para seu centro resultando em uma queda sobre sua própria planta por isso a necessidades dos cabos de aço.

Figura 13 – Exemplo de cabo de aço instalado para favorecer o controle da queda.



Fonte - Disponível em:(<http://www.arcoenge.com.br/> . Acesso em: 09.05.20).

3.4. Carregamento e amarração dos explosivos e acessórios.

No menor prazo de tempo possível antes da implosão, os explosivos serão carregados nos furos e tamponados com a espuma expansiva.

Após a conclusão desse processo, é executada a amarração dos acessórios, para possibilitar a correta distribuição da sequência de detonação. Os brinéis provenientes de cada seção de pilar são conectados num varal de cordel detonante NP5. O esquema está representado no Anexo I.

Conforme a Figura 14, após o procedimento de carregamento finalizado, se iniciam o processo de ligação entre os pontos iniciadores com o cordel detonante, onde os mesmos serão interligados até chegar a um único ponto, que dará início a uma serie de explosão. Esse processo requer uma atenção redobrada para que tenha risco de deixar um iniciador desconectado.

Figura 14 – Detalhe de conexão entre cordel detonante de brinel.



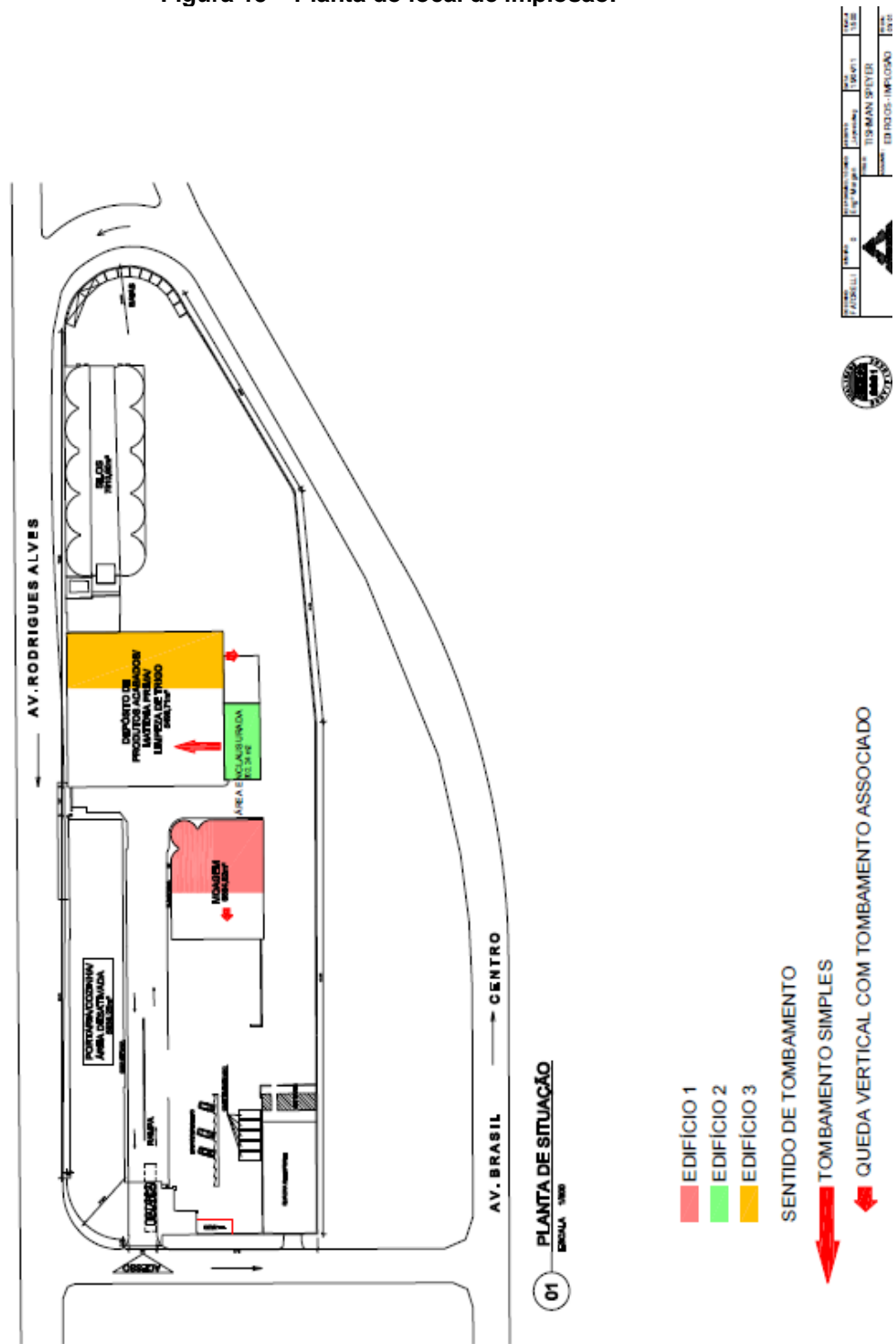
Fonte - Disponível em:(<http://cityofhuron.org/>. Acesso em 06.09.20).

3.4.1. Área de implosão.

Esta etapa consiste em realizar a planta do projeto para demonstrar e se localizar, desta forma podemos localizar os pontos a serem implodidos e demonstrar as etapas e a sequência de implosão.

Conforme mostrado na Figura 15, A Planta para a implosão e necessário no projeto para conseguirmos identificar os locais que aconteceram as iniciação e a detonação do edifício

IMPLOÇÃO



Fonte: Engenheiro Morgan John Atkins- Empresa Arcoenge (2020).

4. EXECUÇÃO DOS CALCULOS MAPEAMENTO DE COLUNAS.

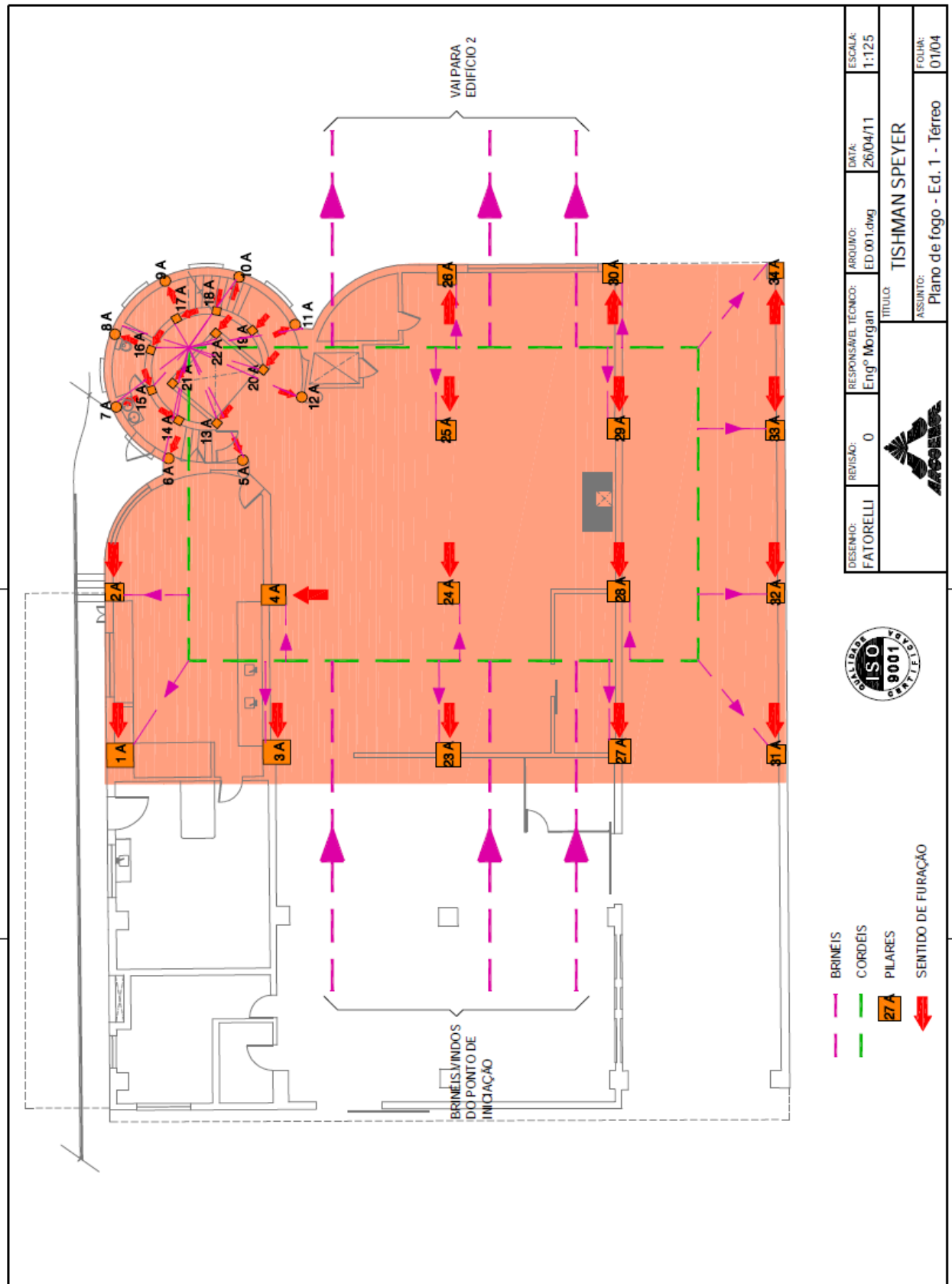
4.1. Planilha de cálculo.

Para se aplicar os explosivos de forma segura e eficiente é realizado o plano de fogo de cada estrutura e a realização da planilha de cálculo para que podemos saber a forma exata e segura para realizar a implosão, o material explosivo a ser utilizado é calculado para que possamos saber a quantidade certa e os locais da estrutura que iram receber o explosivo aplicado.

4.1.1. Mapeamento dos explosivos e Planilha de cálculo prédio 1.

Conforme mostrado nas Figuras 16,18,20 e 22, o mapeamento das colunas servi para conseguirmos identificar as colunas que serão implantada os explosivos e a sequênciã que as mesmas serão detonadas, os pontos laranjas são as colunas, todas devem ser numeradas com base na sequencia que serão detonadas, as setas vermelhas serve para identificar a direção que as colunas devem quebras com os explosivos e onde elas devem cair, as setas rochas serve pra identificar pra onde será ligadas as vibrações e o deslocamento de ar gerado pela detonação, a linha verde tracejada e para identificar onde o cordel detonante ir parra servindo de varal para as peças iniciadores serem ligadas gerando um ponto de iniciação.

Figura 16 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- Térreo.



Fonte: Engenheiro Morgan John Atkins- Empresa Arcoenge (2020)

Conforme mostrado nas Figuras 17,19, 21 e 23, a tabela de cálculo foi realizada pelo programa Excel, nela foi dividida em colunas, segundo a da esquerda para a direita a baixo será mostrada todas as colunas e numeradas de 1 a 18 para podermos identificar cada uma a ser explicada, as colunas são:

1. O número do pilar serve para seguirmos os mapeamentos das mesmas e identificar cada uma para conseguirmos realizar todos os cálculos do projeto.
2. A largura, está identificada com a letra L; ela é a largura do pilar precisamos desse dado para conseguirmos somar a área do pilar
3. O comprimento, está identificada com a letra C; serve para identificarmos o comprimento do pilar em torno de 360 graus.
4. A altura, está identificada com a letra H; a mesma serve para identificar a altura do pilar.
5. A área m², está identificada como AREA M2; essa coluna é onde sera mostrado a área do pilar que consiste a multiplicação das três primeiras colunas ($((L*20)+(C*2))*H$)= AREA M2, exemplo $((0,91*2)+(1,00*2))*3,20=12,22$ como estamos trabalhando com m² a largura e o comprimento deve ser multiplicado por 2.
6. Metros lineares, está identificada como METROS LINEARES; para conseguirmos a somar os metros lineares do pilar precisamos de dois fatores o total de furos realizados no pilar e os comprimentos de cada furo realizado no pilar (coluna 8 e 10). Essa multiplicação e realizada, total de furos X comprimento do furo ($6* 0,78=4,68$)
7. Tempo ms, está coluna é necessário para identificar o tempo do iniciador (75ms) a sequência dos furos a serem detonado e de acordo com ordem crescente dos tempos que vai de 50 ms a 1500ms.

8. Total de furos, essa coluna representa a o total de furos em um pilar, consiste em quantidade de furos do plano de furação(mapeamento) X quantidade de furos horizontal de furação, ($3 \times 2=6$) colunas (11 e 12).
9. Fundo de furo, o fundo do furo e a profundidade que deve ser deixado sem carga de explosivo para que não ocorra risco de detonar para o sentido errado da detonação, todos os furos devem ser detonado do fundo para o tampão (da esquerda para a direita), por isso não podemos correr o risco que detone da direita para a esquerda por isso necessário deixar os 0,10m de fundo vazio.
10. Comprimento furo, o comprimento do furo e realizado devido a área do pilar, devemos considerar o comprimento – o espaço vazio ($0,88-0,10=0,78$) colunas (3-9).
11. Plano de furação, ao preencher essa coluna devemos seguir o mapeamento realizado na figura anterior.
12. Quantidade de furos horizontais de furação, devemos realizar os furos horizontais seguindo o mapeamento e a área do pilar, a quantidade de furos realizado em uma coluna e colocado nessa coluna da planilha.
13. Altura da influência, é a quantidade que devemos preencher com explosivo, respeitando o fundo vazio e a área de tampão de cada pilar.
14. Volume da influência, o volume representa a quantidade correta de explosivo para termos certeza se a altura da influência está correta e será suficiente para quebrar a coluna, essa matemática consiste em multiplicação da altura da influência, comprimento, e largura do pilar ($0,60 \times 0,88 \times 0,86=0,45$) colunas (13, 3 e 2)
15. de carga, a razão de carga é a divisão do explosivo total utilizado no desmonte pela a área total de todos os pilares, ($\text{kg}/\text{área m}^3= \text{Xm}^3$).
16. Carga, a carga de explosivo que devemos utilizar em cada pilar e somada pela largura ao quadrado x 0,78 que é a massa de um cartucho de explosivo x a altura da influência, ($0,86 \times 0,86 \times 0,78 \times 0,60=0,36$).

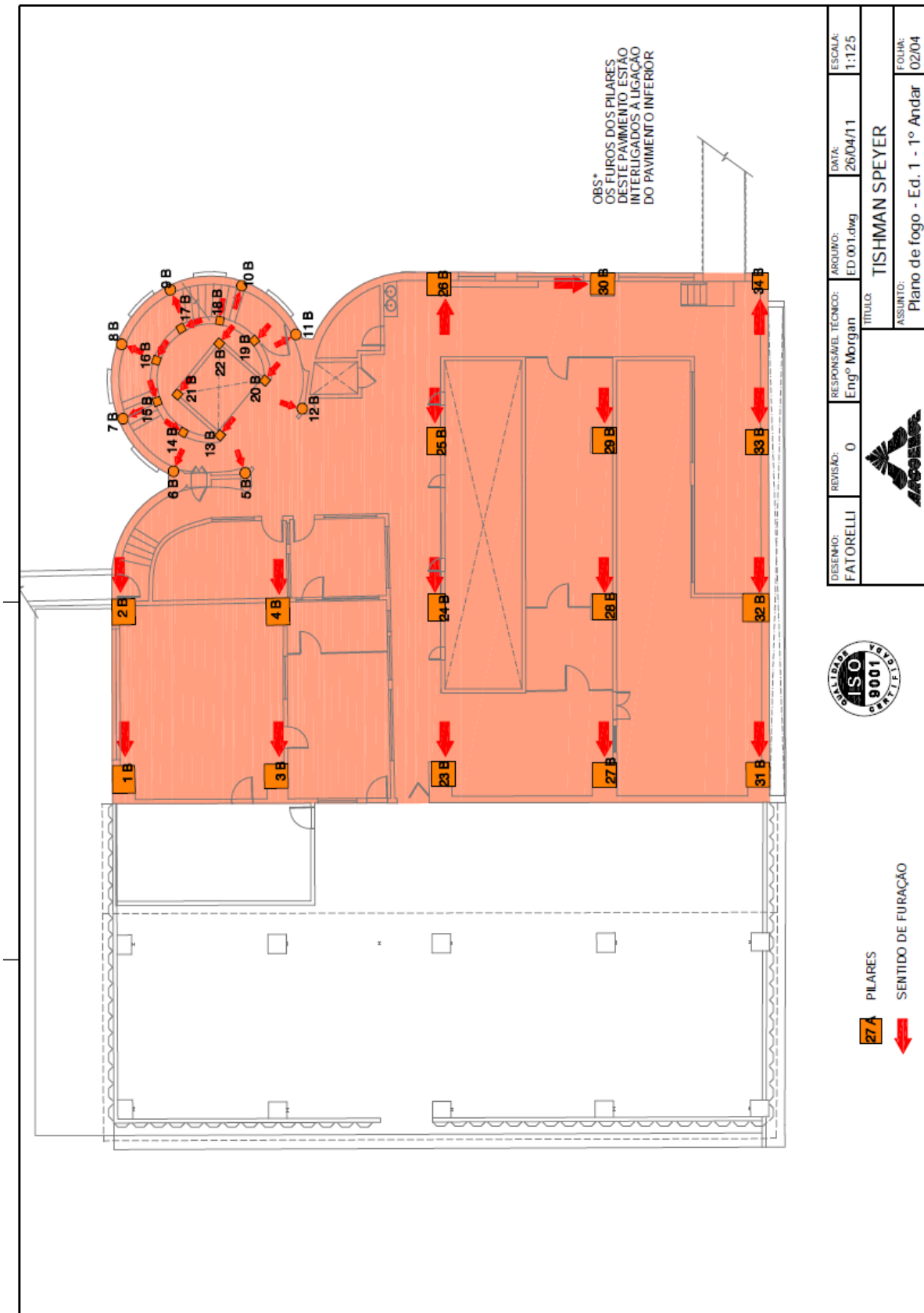
17. Quantidade de cartuchos/plano de furação, a quantidade de cartucho é o processo para podermos identificar a quantidade de cartucho utilizado em um furo, devemos dividir a carga pela densidade do explosivo 0,13 (0,36/0,13=2,79) assim podemos saber a quantidade certa de explosivo a ser utilizado por furo

18. Quantidade de cartuchos por pilar, devemos levar em conta a quantidade exata de explosivos em o pilar todo para isso devemos realizar a utilizar a seguinte equação pegar a resultado da quantidade de cartuchos (coluna 17) e multiplicar pela quantidade de furos (coluna 12) assim (2,79/2=5,59).

Tabela 1– Tabela de cálculo referente a figura 16.

Térreo																		
Pilar Nº	L	C	H	Area m ²	Metros Lineares	Tempo (ms)	Total de Furos	Fundo de furo	Comprim. Furo (m)	Planos de Furação (Qtd)	Qtd de furos/plano horizontal de furação	Altura de Influência	Vol. de Influência	RC	Carga	Quantidade de cartuchos/plano de furação	Quantidade de cartuchos por pilar	
1 A	0,91	1,00	3,20	12,22	6,48	75	8,00	0,10	0,81	4,00	2,00	0,60	0,55	1,50	0,82	6,30	25,20	
2 A	0,67	0,69	3,20	8,70	4,56	400	8,00	0,10	0,57	4,00	2,00	0,50	0,23	1,50	0,35	2,67	10,67	
3 A	1,01	0,91	3,20	12,29	7,28	50	8,00	0,10	0,91	4,00	2,00	0,60	0,55	1,50	0,83	6,36	25,45	
4 A	0,75	0,90	3,20	10,56	6,40	350	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,50	0,34	1,50	0,51	3,89	15,58	
5 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	700	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
6 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	700	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
7 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	700	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
8 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1250	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
9 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1250	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
10 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1250	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
11 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1250	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
12 A	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	700	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,50	0,08	0,58	2,32	
13 A	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	700	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,50	0,04	0,31	1,25	
20 A	0,30	0,30	3,20	3,84	0,00	1250	4,00	0,10	0,00	4,00	1,00	0,30	0,03	1,50	0,04	0,31	1,25	
21 A	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	700	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,50	0,04	0,31	1,25	
22 A	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	1250	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,50	0,04	0,31	1,25	
23 A	0,92	0,91	3,20	11,71	6,56	50	8,00	0,10	0,82	4,00	2,00	0,60	0,50	1,50	0,75	5,80	23,18	
24 A	0,80	0,80	3,20	10,24	5,60	300	8,00	0,10	0,70	4,00	2,00	0,50	0,32	1,50	0,48	3,69	14,77	
25 A	0,75	0,78	3,20	9,79	5,20	600	8,00	0,10	0,65	4,00	2,00	0,50	0,29	1,50	0,44	3,38	13,50	
26 A	0,75	0,68	3,20	9,15	5,20	1000	8,00	0,10	0,65	4,00	2,00	0,50	0,26	1,50	0,38	2,94	11,77	
27 A	0,93	0,82	4,10	14,35	6,64	50	8,00	0,10	0,83	4,00	2,00	0,50	0,38	1,50	0,57	4,40	17,60	
28 A	0,82	0,82	4,10	13,45	5,76	350	8,00	0,10	0,72	4,00	2,00	0,50	0,34	1,50	0,50	3,88	15,52	
29 A	0,82	0,82	4,10	13,45	5,76	700	8,00	0,10	0,72	4,00	2,00	0,50	0,34	1,50	0,50	3,88	15,52	
30 A	0,74	0,72	4,10	11,97	5,12	1250	8,00	0,10	0,64	4,00	2,00	0,50	0,27	1,50	0,40	3,07	12,30	
31 A	0,72	0,67	4,10	11,40	4,96	75	8,00	0,10	0,62	4,00	2,00	0,50	0,24	1,50	0,36	2,78	11,13	
32 A	0,72	0,67	4,10	11,40	4,96	400	8,00	0,10	0,62	4,00	2,00	0,50	0,24	1,50	0,36	2,78	11,13	
33 A	0,72	0,68	4,10	11,48	4,96	850	8,00	0,10	0,62	4,00	2,00	0,50	0,24	1,50	0,37	2,82	11,30	
34 A	0,60	0,55	4,10	9,43	4,00	1500	8,00	0,10	0,50	4,00	2,00	0,40	0,13	1,50	0,20	1,52	6,09	

Figura 17 :Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 1ª Pavimentação.

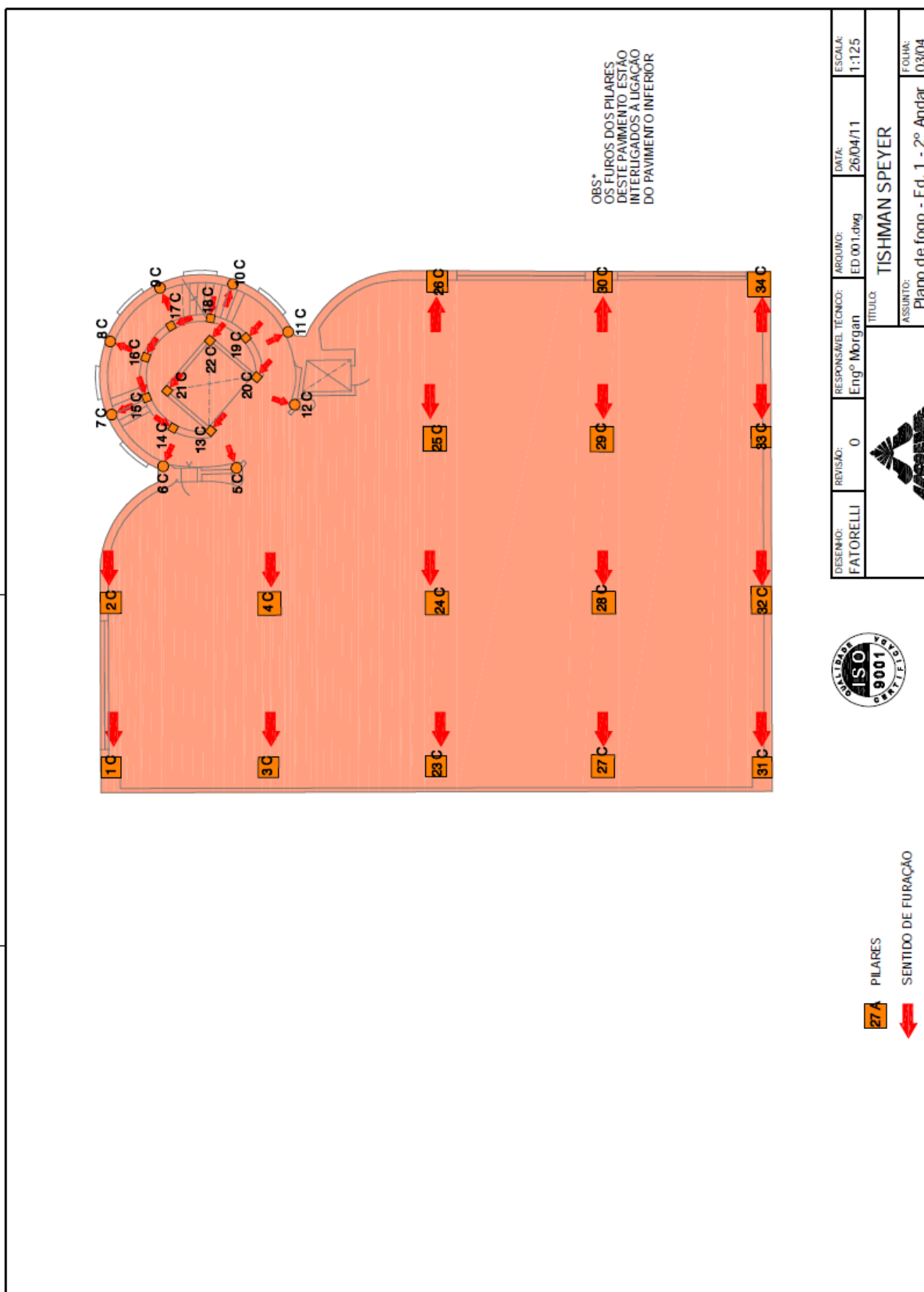


Fonte: Engenheiro Morgan John Atkins- Empresa Arcoenge (2020).

Tabela 2 – Tabela de cálculo referente a figura 17.

1º Pavimento																	
Pilar Nº	L	C	H	Area m²	Metros Lineares	Tempo (ms)	Total de Furos	Fundo de furo	Comprim. Furo (m)	Planos de Furação (Qtd)	Qtd de furos/plano horizontal de furação	Altura de Influência	Vol. de Influência	RC	Carga	Quantidade de cartuchos/plano de furação	Quantidade de Cartuchos por Pilar
1 B	0,91	1,00	3,20	12,22	6,48	150	8,00	0,10	0,81	4,00	2,00	0,60	0,55	1,20	0,66	5,04	20,16
2 B	0,90	0,95	3,20	11,84	6,40	450	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,51	1,20	0,62	4,74	18,94
3 B	0,90	0,90	3,20	11,52	6,40	125	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,49	1,20	0,58	4,49	17,94
4 B	1,05	0,90	3,20	12,48	6,40	400	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,57	1,20	0,68	5,23	20,94
5 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	850	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
6 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	850	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
7 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	850	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
8 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1500	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
9 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1500	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
10 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1500	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
11 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	1500	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
12 B	0,40	1,26	3,20	0,13	1,20	850	4,00	0,10	0,30	4,00	1,00	0,40	0,05	1,20	0,06	0,46	1,86
13 B	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	850	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,20	0,03	0,25	1,00
20 B	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	1500	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,20	0,03	0,25	1,00
21 B	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	850	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,20	0,03	0,25	1,00
22 B	0,30	0,30	3,20	3,84	0,80	1500	4,00	0,10	0,20	4,00	1,00	0,30	0,03	1,20	0,03	0,25	1,00
23 B	0,90	0,90	3,20	11,52	6,40	100	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,49	1,20	0,58	4,49	17,94
24 B	0,97	0,65	3,20	10,37	6,96	350	8,00	0,10	0,87	4,00	2,00	0,50	0,32	1,20	0,38	2,91	11,64
25 B	0,97	0,65	3,20	10,37	6,96	700	8,00	0,10	0,87	4,00	2,00	0,50	0,32	1,20	0,38	2,91	11,64
26 B	0,90	0,80	3,20	10,88	6,40	1250	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,50	0,36	1,20	0,43	3,32	13,29
27 B	0,90	0,90	3,20	11,52	6,40	125	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,49	1,20	0,58	4,49	17,94
28 B	0,90	0,95	3,20	11,84	6,40	400	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,51	1,20	0,62	4,74	18,94
29 B	0,92	0,95	3,20	11,97	6,56	850	8,00	0,10	0,82	4,00	2,00	0,60	0,52	1,20	0,63	4,84	19,36
30 B	0,90	0,80	3,20	10,88	6,40	1500	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,50	0,36	1,20	0,43	3,32	13,29
31 B	0,90	0,90	3,20	11,52	6,40	150	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,49	1,20	0,58	4,49	17,94
32 B	1,03	1,00	3,20	12,99	7,44	450	8,00	0,10	0,93	4,00	2,00	0,60	0,62	1,20	0,74	5,70	22,82
33 B	0,90	0,90	3,20	11,52	6,40	1000	8,00	0,10	0,80	4,00	2,00	0,60	0,49	1,20	0,58	4,49	17,94
34 B	0,50	0,50	3,20	6,40	3,20	1750	8,00	0,10	0,40	4,00	2,00	0,40	0,10	1,20	0,12	0,92	3,69

Figura 18 :Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 2ªPavimentação.

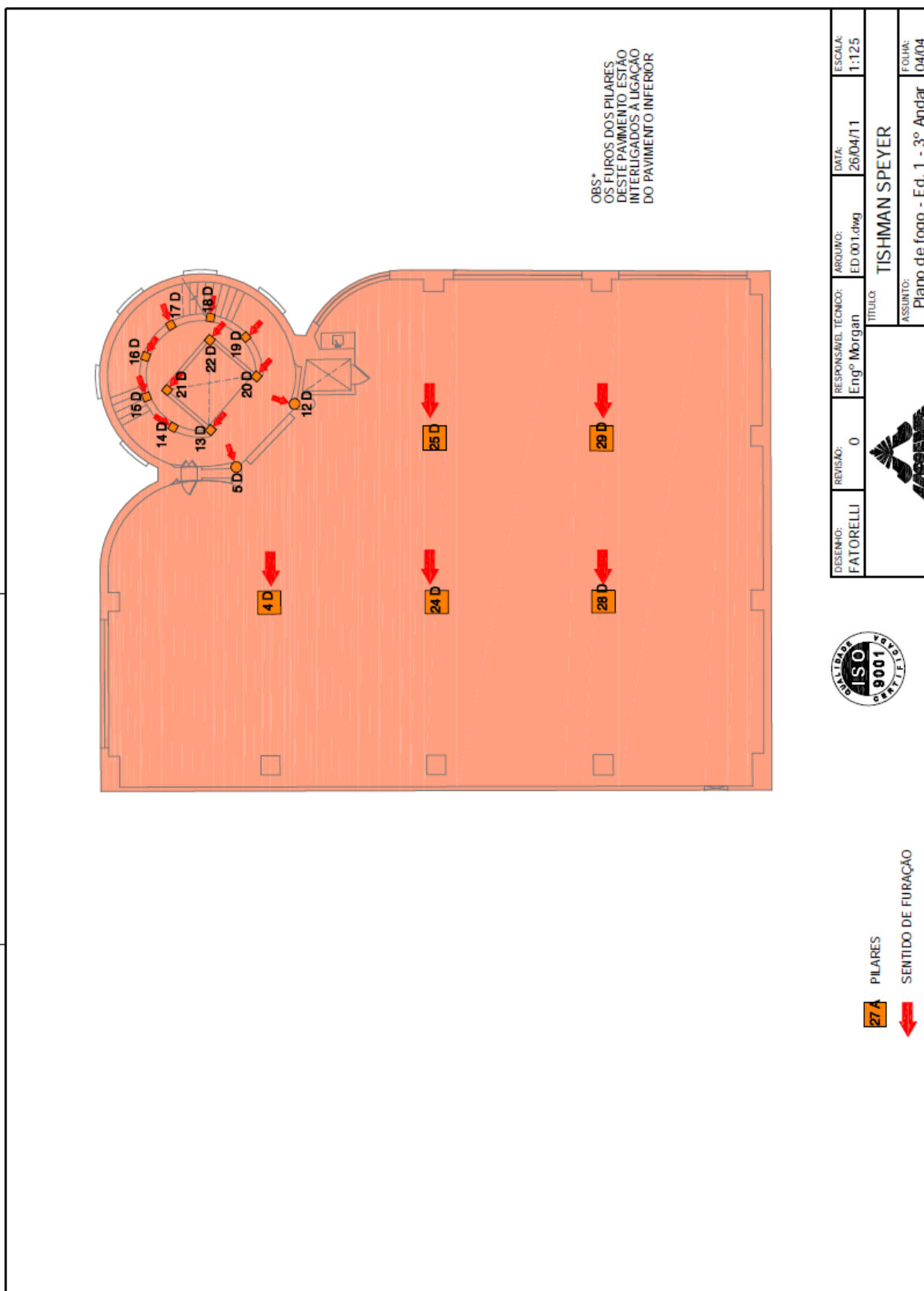


Fonte: Engenheiro Morgan John Atkins- Empresa Arcoenge (2020).

Tabela 3 – Tabela de cálculo referente a figura 18.

2º Pavimento																	
Pilar Nº	L	C	H	Area m²	Metros Lineares	Tempo (ms)	Total de Furos	Fundo de furo	Comprim. Furo (m)	Planos de Furação (Qtd)	Qtd de furos/plano horizontal de furação	Altura de Influência	Vol. de Influência	RC	Carga	Quantidade de cartuchos/plano de furação	Quantidade de Cartuchos por Pilar
1 C	0,76	0,73	3,20	9,54	1,98	225	3,00	0,10	0,66	3,00	1,00	0,50	0,28	1,00	0,28	2,13	6,40
2 C	0,80	0,80	3,20	10,24	2,10	500	3,00	0,10	0,70	3,00	1,00	0,50	0,32	1,00	0,32	2,46	7,38
3 C	0,76	0,76	3,20	9,73	1,98	200	3,00	0,10	0,66	3,00	1,00	0,50	0,29	1,00	0,29	2,22	6,66
4 C	0,87	0,86	3,20	11,07	2,28	450	3,00	0,10	0,76	3,00	1,00	0,60	0,45	1,00	0,45	3,45	10,36
5 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1000	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
6 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1000	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
7 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1000	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
8 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1750	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
9 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1750	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
10 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1750	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
11 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1750	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
12 C	0,40	1,26	3,20	4,02	0,90	1000	3,00	0,10	0,30	3,00	1,00	0,40	0,05	1,00	0,05	0,39	1,16
13 C	0,30	0,30	3,20	3,84	0,60	1000	3,00	0,10	0,20	3,00	1,00	0,30	0,03	1,00	0,03	0,21	0,62
20 C	0,30	0,30	3,20	3,84	0,60	1750	3,00	0,10	0,20	3,00	1,00	0,30	0,03	1,00	0,03	0,21	0,62
21 C	0,30	0,30	3,20	3,84	0,60	1000	3,00	0,10	0,20	3,00	1,00	0,30	0,03	1,00	0,03	0,21	0,62
22 C	0,30	0,30	3,20	3,84	0,60	1750	3,00	0,10	0,20	3,00	1,00	0,30	0,03	1,00	0,03	0,21	0,62
23 C	0,75	0,76	3,20	9,66	3,90	175	6,00	0,10	0,65	3,00	2,00	0,50	0,29	1,00	0,29	2,19	13,15
24 C	0,87	0,86	3,20	11,07	4,62	400	6,00	0,10	0,77	3,00	2,00	0,60	0,45	1,00	0,45	3,45	20,72
25 C	0,93	0,88	3,20	11,58	4,98	850	6,00	0,10	0,83	3,00	2,00	0,60	0,49	1,00	0,49	3,78	22,66
26 C	0,79	0,78	3,20	10,05	4,14	1500	6,00	0,10	0,69	3,00	2,00	0,50	0,31	1,00	0,31	2,37	14,22
27 C	0,85	0,85	3,20	10,88	4,50	200	6,00	0,10	0,75	3,00	2,00	0,60	0,43	1,00	0,43	3,33	20,01
28 C	0,85	0,87	3,20	11,01	4,50	450	6,00	0,10	0,75	3,00	2,00	0,60	0,44	1,00	0,44	3,41	20,48
29 C	0,94	0,87	3,20	11,58	5,04	1000	6,00	0,10	0,84	3,00	2,00	0,60	0,49	1,00	0,49	3,77	22,65
30 C	0,77	0,68	3,20	9,28	4,02	1750	6,00	0,10	0,67	3,00	2,00	0,50	0,26	1,00	0,26	2,01	12,08
31 C	0,76	0,74	3,20	9,60	3,96	225	6,00	0,10	0,66	3,00	2,00	0,50	0,28	1,00	0,28	2,16	12,98
32 C	1,00	0,76	3,20	11,26	5,40	500	6,00	0,10	0,90	3,00	2,00	0,50	0,38	1,00	0,38	2,92	17,54
33 C	0,78	0,74	3,20	9,73	4,08	1250	6,00	0,10	0,68	3,00	2,00	0,50	0,29	1,00	0,29	2,22	13,32
34 C	0,94	0,85	3,20	11,46	5,04	2000	6,00	0,10	0,84	3,00	2,00	0,60	0,48	1,00	0,48	3,69	22,13

Figura 19 - Mapeamento de explosivos colocados (colunas)- 3ª Pavimentação.



Fonte: Engenheiro Morgan John Atkins- Empresa Arcoenge (2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de demolição aplicado em uma estrutura depende de vários fatores, como condições do local, tipo de estruturas, idade da construção, altura da construção e o mais importante a sua localização em relação as demais construções do seu entorno. A demolição controlada com o uso de explosivos de uma construção é necessária para assegurar a segurança tanto dos trabalhadores como dos arredores de modo que diminua os riscos a fim de evitar acidentes.

A demolição com o uso de explosivos de uma construção é a colocação estratégica de materiais explosivos e retardos de detonação para que uma estrutura colapsa sobre si mesma em questão de segundos, minimizando os danos físicos aos seus arredores. Apesar desse estudo ser sobre edifícios, a demolição por métodos explosivos também inclui a demolição controlada de outras estruturas, como pontes, chaminés, torres e túneis.

A evolução do software de computador tem sido notável ao longo dos anos e é uma ferramenta essencial para engenheiros. O método do elemento aplicado é um exemplo de seu uso, pois permite que os comportamentos dentro da estrutura sejam analisados, como a inicialização da ruptura, separação, colisão e colapso de elementos.

O cálculo das cargas explosivas não é um processo exato, pois existe um grande número de parâmetros que podem influenciá-lo. No entanto, é possível ter uma ordem da quantidade de explosivos para uso, isso pode ser melhor quando são feitos os devidos testes com os testemunhos.

Em conclusão, cada método de demolição tem seu próprio alcance. No entanto, para edifícios de concreto armado e com grande número de pavimentos, demolições explosivas podem ser consideradas vantajosas quando comparado aos métodos tradicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referência: PINTO, Fabio Bruno. **IMPLOSÃO DE ESTRUTURAS E EDIFICAÇÕES.**

Disponível em: <http://portalclubedeengenharia.org.br/2019/07/23/implosao-de-estruturas-e-edificacoes/>. Acesso em: 02 jun. 2020.

Referência: IMPLOSÃO. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/implosao-de-obras-exige-tecnologia-de-ponta/>. Acesso em: 02 jun. 2020.

Referência: IMPLOSÃO. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Implos%C3%A3o>. Acesso em: 02 jun. 2020.

IMPLOSÃO. Disponível em: <http://www.arcoenge.com.br/Implosao.html>. Acesso em: 09 maio 2020.

Referência: ESPUMA EXPANSIVA. Disponível em <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/117646/32/235/espuma-expansiva-de-pu-500ml-profissional-interfix-3670001>. Acesso em: 09 maio 2020.

:

ABNT (1986). Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas – procedimento: NBR 9653. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ.

AED (2010). Advanced Explosives Demolition Inc - AED. Disponível em

<<http://cityofhuron.org/files/admin/powerpoint-for-huron.pdf>>. Acesso em 06 de novembro de 2017.

PRODUCTOS Maxam. 2020. Disponível em:

<https://www.maxamcorp.com/es/blasting-solutions/products/products-list?page=2>.

Acesso em: 09 maio 2020.

DEMOLIÇÃO manual. Disponível em:

<https://www.demolidoramoreirasantos.com.br/demolicao-manual.php>. Acesso em: 09 maio 2020.

PERFURAÇÃO DE COLUNAS. Disponível em:

<http://www.apoiolocacoes.com/locacao-equipamentos-construcao/perfuracao-diamantada/perfuratriz-diamantada>. Acesso em: 02 jun. 2020.

SISMOGRAFO. Disponível em: <https://www.technoblast.com.br/>. Acesso em: 09 maio 2020.

TELA Fachadeira. Disponível em: <https://www.teciam.com.br/tela-fachada.html>. Acesso em: 09 maio 2020.

ARCOENGE. Disponível em: <http://www.arcoenge.com.br/>. Acesso em: 09 maio 2020.