

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA  
CAMPUS CERES  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MARIA FERNANDA ROQUE GONÇALVES  
NÍCOLAS ROCHA VENTURA**

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO DO  
LOTEAMENTO ELDORADO EM RIALMA – GO: Um Estudo de Caso**

**PUBLICAÇÃO N°: 02**

**CERES / GO  
2023**

**MARIA FERNANDA ROQUE GONÇALVES  
NÍCOLAS ROCHA VENTURA**

**ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO DO  
LOTEAMENTO ELDORADO EM RIALMA – GO: Um Estudo de Caso**

**PUBLICAÇÃO N°: 02**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

**ORIENTADORA: Ma. JÉSSICA NAYARA DIAS**

**CERES / GO: 2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

GONÇALVES, MARIA FERNANDA ROQUE; VENTURA, NÍCOLAS ROCHA

Análise de Manifestações Patológicas no Pavimento do Loteamento Eldorado em Rialma – GO: Um estudo de caso. 2023

xi, 28 P, 297 mm (ENC/UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2023).

TCC – UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Patologias

2. Geotecnia

3. Hidrologia

4. Pavimento

I. ENC/UNI

II. Análise de Manifestações Patológicas no Pavimento

do Loteamento Eldorado em Rialma – GO: Um estudo de caso.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (exemplo)

GONÇALVES, M. F. R., VENTURA, N. R. Análise de Manifestações Patológicas no Pavimento do Loteamento Eldorado em Rialma – GO: Um estudo de Caso. TCC, Publicação ENC. PF-001A/22, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Ceres, GO, 28 p. 2023.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Maria Fernanda Roque Gonçalves; Nicolas Rocha Ventura.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise de Manifestações Patológicas no Pavimento do Loteamento Eldorado em Rialma – GO: Um estudo de Caso.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2023

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Maria Fernanda Roque Gonçalves  
76300-000 – Ceres/GO - Brasil

---

Nícolas Rocha Ventura  
76300-000 – Ceres/GO - Brasil

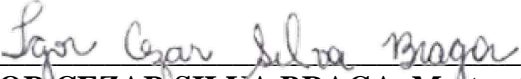
MARIA FERNANDA ROQUE GONÇALVES  
NÍCOLAS ROCHA VENTURA


ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO DO  
LOTEAMENTO ELDORADO EM RIALMA – GO: Um Estudo de Caso

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:

  
\_\_\_\_\_  
JÉSSICA NAYARA DIAS, Mestra (Universidade Evangélica de Goiás –  
UniEVANGÉLICA, Campus Ceres)  
(ORIENTADORA)

  
\_\_\_\_\_  
IGOR CEZAR SILVA BRAGA, Mestre (Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG)  
(EXAMINADOR EXTERNO)

  
\_\_\_\_\_  
EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (Universidade Evangélica de Goiás –  
UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR EXTERNO)

DATA: CERES/GO, 11 de dezembro de 2023.

# ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO DO LOTEAMENTO ELDORADO EM RIALMA – GO: Um Estudo de Caso

Maria Fernanda Roque Gonçalves<sup>1</sup>

Nícolas Rocha Ventura<sup>2</sup>

Jéssica Nayara Dias<sup>3</sup>

## RESUMO

O conforto dos usuários de uma via asfáltica, seja está destinada ao transporte a longa distância, como é o caso de rodovias, ou mesmo com finalidades restritas a poucos usuários, em condomínios por exemplo, pode ser consideravelmente comprometido devido ao surgimento de patologias, que acarretam na redução da vida útil do pavimento. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as manifestações patológicas apresentadas no pavimento do loteamento residencial Eldorado, localizado em Rialma - GO, e apresentar suas possíveis causas. Para tanto, foi realizado um estudo de caso, utilizando a estrutura proposta por Lichtenstein (1985), comumente utilizada em estudos de patologias, que consiste em três etapas: levantamento de subsídios, através de vistoria do local; diagnóstico da situação, buscando o entendimento dos fenômenos, suas possíveis causas e consequências do processo patológico; e definição de conduta, apresentando o procedimento a ser realizado para resolver o problema. Dados de ensaios específicos, como Relatório Geofísico, Laudo técnico do ensaio de sondagem SPT e Laudo do teste de Infiltração, foram utilizados de modo a apresentar melhores resultados. Os resultados obtidos mostraram que as principais patologias encontradas no local foram aberturas, trincas e fissuras, a análise dos testes realizados permitiu observar que os problemas foram ocasionados, principalmente, devido ao desenvolvimento da saturação do solo no local e ainda ao incorreto emprego dos materiais na execução do processo de pavimentação, além do tipo escolhido não atender as especificações para um solo como o do local, que apresenta um certo nível de saturação. Desse modo, conclui-se que os problemas causados não foram pela ausência de estudos, mas sim, projetos que não atendiam a capacidade exigida, ignorando fatores importantes relatados. Cada material reage de um jeito para atender necessidades específicas e um bom planejamento de acordo com o que se pede na infraestrutura em geral, é o que garante a durabilidade do pavimento e a qualidade do loteamento residencial.

Palavras chave: loteamento, parcelamento de solo urbano, infraestrutura.

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: nicolasrocha654@hotmail.com

<sup>2</sup> Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: maria.f.2@outlook.com

<sup>3</sup> Mestra, professora do curso da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) - Campus Ceres. E-mail: jessicadias.engenharia@gmail.com

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, pois é por Ele que vivemos e se chegamos até aqui é pela bondade, misericórdia e fidelidade dEle. Também agradecemos a nossa família que investiu no nosso estudo e caminhou conosco desde o começo.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Pavimentos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Sistemas de Drenagem em Vias .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Patologias nos pavimentos .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Sistema de Drenagem – Poço de Infiltração.....</b>	<b>10</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Material .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Métodos .....</b>	<b>12</b>
3.2.1 <i>Levantamento de Subsídios .....</i>	<i>13</i>
3.2.2 <i>Diagnóstico da situação .....</i>	<i>13</i>
3.2.3 <i>Definição da Conduta.....</i>	<i>14</i>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Patologias no Pavimento do Loteamento Residencial Eldorado.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Mecanismos para o Diagnóstico da Situação .....</b>	<b>17</b>
4.2.1 <i>Relatório Geofísico.....</i>	<i>17</i>
4.2.2 <i>Laudo Técnico de Sondagem SPT .....</i>	<i>17</i>
4.2.3 <i>Ensaio de Infiltração no Solo .....</i>	<i>18</i>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Culturalmente, o Brasil utiliza o modal rodoviário como principal meio de transporte, englobando fins de deslocamento de insumos, viagens ou até mesmo trabalho. Conforme estudo realizado pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2016), apenas 12% da malha rodoviária brasileira é pavimentada. Em contrapartida, o crescimento da quantidade de automóveis no país cresceu exponencialmente, em torno de 63,6% (CNT, 2018). Isso mostra como o país ainda se encontra em um quadro precário enquanto a sua infraestrutura rodoviária.

Desde a implantação das primeiras rodovias, em 1956, no Rio de Janeiro, até os dias atuais, o poder público sempre teve influência e responsabilidade por construir e realizar a manutenção de rodovias em todo país. No entanto, esta política é bastante criticada, pois essa modalidade é priorizada em relação a outras (como hidrovias e ferrovias), e também devido à má execução e a falta de manutenção periódica que é recomendada, sendo que é cada vez mais comum os pavimentos apresentarem sinais de desgaste com menos de 1 (um) ano de uso (CNT, 2018).

De acordo com alguns dados apresentados em pesquisas realizadas pela Confederação Nacional de Transporte (CNT, 2016), aproximadamente 58,2% das malhas viárias brasileiras que são pavimentadas, apresentam algum tipo de deficiência, que são majoritariamente manifestadas em pavimentos flexíveis, que ainda é o mais utilizado na confecção de rodovias e pavimentos urbanos do Brasil. Este fator se torna uma problemática uma vez que o pavimento é construído com a finalidade de garantir um meio seguro e confortável para o transporte de pessoas e mercadorias, e com a presença de manifestações patológicas, o usuário está muito mais suscetível a acidentes e imprevistos (MATOS, 1981).

Desde o início do século XIX, diversas pesquisas realizadas por projetistas e engenheiros responsáveis pelo setor de tráfego, alegam que o acúmulo de água no pavimento e a falta de manejo adequado é um dos principais fatores que contribuem para a redução da sua vida útil e o surgimento de patologias que comprometem o bom funcionamento do pavimento, uma vez que a água livre no interior do pavimento é responsável por causar defeitos tanto na sua superfície, quanto em sua estrutura (PEREIRA, 2003).

Nos últimos anos, o cuidado com o meio ambiente tem sido cada vez mais abordado, visto que o crescimento populacional tem cada dia mais colaborado com a redução de áreas permeáveis e a supressão de áreas verdes no meio urbano. Por isso, o controle e manuseio adequado das águas pluviais são fundamentais para garantir a qualidade e o bom desempenho da infraestrutura viária de um local, principalmente contando com dispositivos de drenagem superficial e profunda (MOULTON, 1990).

O crescimento urbano e a expansão das cidades trazem algumas consequências relacionadas à crescente formação de processos erosivos, aumento da produção de sedimentos, e a ocupação demasiada dos solos, que podem agravar as chances de ocorrer inundações, pois podem impactar o ciclo hidrológico da região. Outro agente que pode impulsionar o mau funcionamento dos dispositivos de drenagem pluvial, é que os órgãos responsáveis não têm realizado manutenções regularmente dos componentes (BRAGA, 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como finalidade avaliar as manifestações patológicas apresentadas no pavimento do loteamento residencial Eldorado, localizado em Rialma - GO, e apresentar suas possíveis causas. Objetiva-se ainda, por intermédio do estudo de caso proposto, comprovar a importância de se investir em sistemas de drenagem pluvial eficientes no meio urbano.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

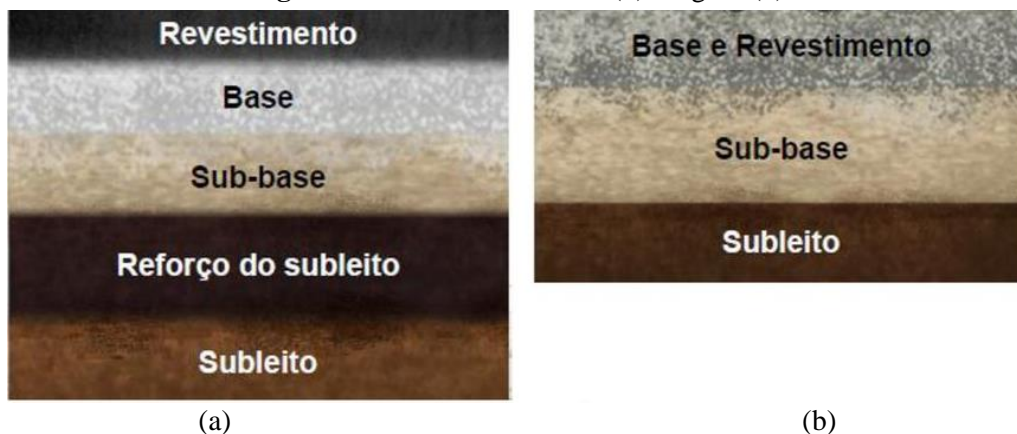
### 2.1 Pavimentos

Tendo como marco de avanço em território brasileiro o período que sucede a 2ª Guerra mundial, a pavimentação passou a ser utilizada para atender as necessidades da população em relação ao seu transporte pessoal e de equipamentos. O processo de uso da técnica somente foi possível por intermédio da troca de conhecimento entre engenheiros brasileiros e norte-americanos (SANTOS, 2017).

Ainda segundo Santos (2017), um pavimento é uma estrutura composta por várias camadas e constituída por diversos materiais com diferentes finalidades. O produto final deve garantir a segurança e o conforto dos seus usuários, levando a eles qualidade de vida, e atendendo as necessidades para as quais foi proposta a sua execução.

No Brasil, os pavimentos são classificados como flexíveis ou rígidos. Os pavimentos flexíveis são associados aos pavimentos asfálticos, composto pelas camadas de subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento asfáltico, formado por uma mistura de ligante asfáltico e produtos agregados, com suas camadas sendo responsáveis por distribuir as forças provenientes da faixa de rolamento, entregando maior estabilidade do solo e menos problemas com erosão (Figura 1.a). Os pavimentos rígidos são associados aos de concreto de cimento Portland, composto pelas camadas de subleito, reforço do subleito, sub-base e placa de cimento Portland, apresentando um elevado nível de rigidez em relação às camadas inferiores além de uma espessura fixa como resultado da resistência à flexão das placas de cimento que conseguem absorver todas as tensões das forças aplicadas, dividindo a compressão (Figura 1.b).

**Figura 1** - Pavimento flexível (a) e rígido (b)



Fonte: Pavimento de Estradas (2018)

Entre os tipos de revestimento utilizados, há ainda o de Tratamento Superficial Simples (TSS), que, de acordo com a Norma DNIT 146/2012 -ES, é a camada de revestimento do pavimento constituída de uma aplicação de ligante asfáltico coberta por uma camada de agregado mineral submetida à compressão. É um tipo de revestimento flexível de espessura delgada.

### 2.2 Sistemas de Drenagem em Vias

Os sistemas de drenagem pluvial estão ligados de forma direta ao projeto de um pavimento e são de extrema importância para assegurar a qualidade dos mesmos, especialmente no Brasil, em razão das condições climáticas. O país possui uma vasta extensão territorial e um clima tropical, com períodos de intensas chuvas concentrados em determinadas épocas do ano.

Sem um sistema adequado de drenagem pluvial, as chuvas podem ser responsáveis por causar diversas inundações, alagamentos e deslizamentos de terra, prejudicando a população, as atividades econômicas e a infraestrutura urbana (MOULTON, 1990). Além disso, as inundações e alagamentos podem levar a doenças transmitidas pela água e colocar em risco a saúde pública.

Diante do exposto, observa-se a necessidade de que as cidades brasileiras tenham sistemas de drenagem pluvial eficientes e bem planejados. Esses sistemas incluem a construção de canais, galerias, bueiros, caixas de captação, entre outros elementos, que devem ser projetados de forma a garantir que a água das chuvas seja escoada de maneira segura e eficiente, minorando os impactos ambientais que podem ser causados pelo crescimento urbano (BRAGA, 2016).

É importante ressaltar que, ainda hoje, muitas cidades brasileiras enfrentam problemas devido à falta de investimentos em infraestrutura, planejamento inadequado e falta de manutenção adequada dos sistemas existentes. Portanto, é essencial que haja investimentos contínuos em sistemas de drenagem pluvial em todo o país, para garantir que as cidades estejam preparadas para lidar com as chuvas e evitar prejuízos para a população e a economia (BRAGA, 2016).

Os sistemas de drenagem podem ser superficiais, onde utiliza-se as sarjetas, valetas, entre outros, com a finalidade de captar e direcionar a água da chuva disposta na superfície, com a finalidade de garantir a qualidade do pavimento. Por outro lado, um sistema de drenagem profunda contempla a utilização de bocas de lobo, poços de visita, tubulações subterrâneas com a finalidade de conduzir a água para áreas onde ela possa ser descartada de forma segura, como rios ou canais de drenagem (DNIT, 2006).

Conforme o Departamento de Águas e Energia Elétrica e a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle de Poluição das Águas (DAEE/CETESB, 1980), em seu Manual de Projeto de Drenagem Urbana, pode-se ainda subdividir o sistema de microdrenagem em sistema inicial de drenagem e sistema de galerias de águas pluviais, sendo o primeiro composto pelas ruas, valetas e sarjetas e o segundo pelas bocas de lobo, poços de visita e tubulações coletoras de águas pluviais. Ambas as explanações são complementares, colaboram para a mesma função e não necessariamente divergem entre si.

Para que as galerias sejam dimensionadas de forma correta, um estudo hidrológico é de extrema importância para o planejamento e gestão dos recursos hídricos de uma determinada região. Esse tipo de estudo garante informações importantes sobre a intensidade pluviométrica, vazão máxima, período de retorno de uma determinada área. Desta forma, é possível executar um projeto que se adeque às necessidades da região, e até mesmo, prever desastres naturais, como enchentes, secas, e outros eventos extremos relacionados a água (OLIVEIRA, 1982).

O crescimento das cidades está diretamente ligado com a diminuição de áreas permeáveis no meio urbano, o que pode acarretar em alterações climáticas e até mesmo afetar o ciclo hidrológico, fazendo com que esse meio fique cada vez mais suscetível a sofrer com enchentes. Assim, observa-se que manter o pavimento com um bom sistema de drenagem é um fator determinante para sua qualidade, caso contrário, sua vida útil pode ser reduzida em até 70%, conforme afirma Pinheiro *et al.* (2021)

### **2.3 Patologias nos pavimentos**

A palavra Patologia vem da junção do termo grego *pathos*, que significa doença, com o termo *logos*, que remete a estudo. Em se tratando de pavimentos asfálticos, pode-se dizer que se trata de doenças ocorridas nos pavimentos. Segundo Capello *et al.* (2010), as causas para a ocorrência desse tipo de problema podem ser diversas, desde projetos mal feitos, até uso de materiais de má qualidade ou falta de controle tecnológico no processo executivo. A existência

desses defeitos pode levar a deterioração do revestimento e das camadas subjacentes, prejudicando o usuário e os veículos, uma vez que prejudica o rolamento, o conforto e a segurança na via.

A manifestação de uma patologia em um pavimento é um tópico multifatorial, uma vez que existem tipos diferentes de patologia e causas específicas para cada uma, no entanto, existem algumas que são mais comuns de surgirem no meio urbano. As trincas longitudinais, por exemplo (Figura 2.a), podem ocorrer devido à má execução, ocasionam na falta de resistência às mudanças de temperatura do clima da região. Essa falta de resistência das camadas do pavimento dá origem a uma trinca isolada, geralmente paralela ao eixo da via, que quando possui extensão de até 100 cm, é classificada como uma trinca longitudinal curta, caso sua extensão supere os 100 cm, pode ser categorizado trinca longitudinal longa (DNIT, 2003).

O escorregamento (Figura 2.b) é outro tipo de patologia decorrente da má execução, este fenômeno está relacionado à imprimação inadequada no estágio de execução do pavimento, e pode ser potencializado pelo tráfego e a ação da chuva. Conseqüentemente, ocorre o deslocamento do revestimento em relação à camada inferior do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (DNIT, 2003).

**Figura 2** - Trinca longitudinal (a) e Escorregamento (b)



(a)

(b)

Fonte: Simas, Valença e Frota (2013)

Outra manifestação muito comum é a erosão do solo (Figura 3), que possui uma gravidade considerável, uma vez que pode afetar as propriedades estruturais do pavimento, prejudicando até mesmo as camadas mais inferiores, causando a desagregação das camadas, originando buracos ou panelas de diversas dimensões. A erosão, panela e buraco são patologias comuns em pavimentos asfálticos. A erosão é uma perda de material do pavimento, que pode ser causada por chuva, vento, tráfego, entre outros fatores. Já a panela é uma depressão no pavimento, que pode ser causada por falhas na compactação do solo, excesso de tráfego, entre outros fatores. O buraco é uma abertura no pavimento, que pode ser causada por falhas na compactação do solo, excesso de tráfego, entre outros fatores. Para diferenciar essas patologias, é importante observar a forma e o tamanho da área afetada. A erosão é uma perda de material uniforme, enquanto a panela é uma depressão circular e o buraco é uma abertura circular ou irregular (DNIT, 2003). As erosões são mais comuns especialmente em áreas próximas a corpos

d'água ou em regiões que possuem uma declividade acentuada, que, como consequência, gera uma velocidade de escoamento do fluido de maior intensidade, a qual pode levar à degradação do solo ou até mesmo desgaste do pavimento nas cotas mais inferiores.

**Figura 3** - Formação de erosão no pavimento



Fonte: Próprio Autor (2023)

A formação de processos erosivos pode gerar diversos problemas, caso não seja prevista solução a respeito, pois ela pode ser responsável pelo desenvolvimento de diversas outras patologias. A trinca tipo “Couro de Jacaré”, apresentada na Figura 4, por exemplo, que são trincas interligadas distribuídas arbitrariamente, podem apresentar erosão nas bordas dependendo da gravidade.

**Figura 4** - Trinca interligada – Tipo Jacaré



Fonte: DNIT (2003)

A falta de investimento no manejo das águas pluviais em uma cidade pode levar a uma série de manifestações patológicas na infraestrutura urbana, afetando não somente às construções civis, mas também a saúde da população quanto ao ambiente em que vivem. Algumas patologias mais comuns ligadas à falta de investimento nestes sistemas estão relacionadas com danos à infraestrutura urbana, onde a falta de captação de águas pluviais pode levar à degradação de estruturas urbanas, como pontes, pavimentos e edifícios, devido à

umidade e à infiltração de água geradas pela formação de poças d'água que não foram escoadas. Através da compreensão dos fatores responsáveis pela formação das deformidades que costumam ser encontrados nas pistas de rolamento, são uma forma de garantir aperfeiçoar o conhecimento técnico, com a finalidade de identificar, corrigir e manter uma via trafegável (BALBO, 2007).

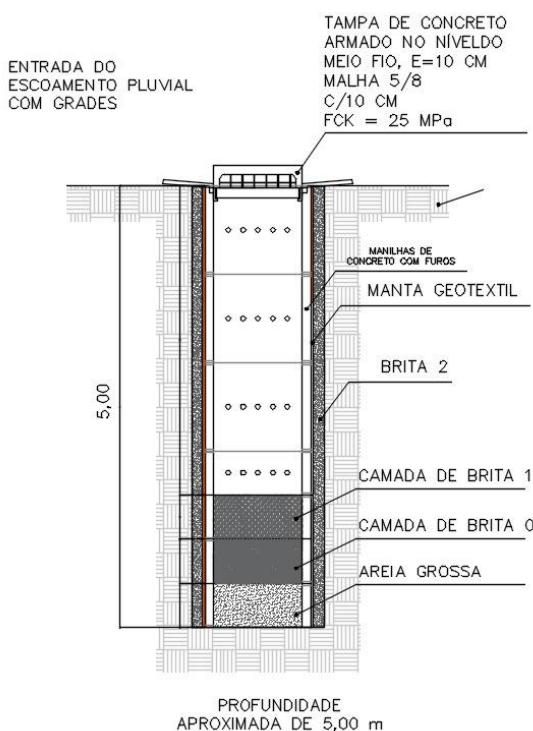
As enchentes também podem causar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, além de transportar resíduos sólidos e produtos químicos para áreas de risco que são responsáveis por trazer diversos danos à saúde humana, pois a água estagnada pode se tornar um ambiente propício para a proliferação de mosquitos e outros insetos transmissores de doenças.

Os elementos que compõem a infraestrutura urbana requerem manutenção constantemente, sendo uma análise periódica feita para identificar possíveis ocorrências a serem concertadas, com a finalidade de evitar rachaduras, depressões e outros tipos de imperfeições procedentes de desgaste na superfície asfáltica. Uma forma de conservação preventiva é manter os meios de drenagem limpos, em que se estiver com um funcionamento correto, é possível evitar diversos danos à superfície, por isso drenar a água corretamente é um fator importante na qualidade dos sistemas viários de uma cidade (PINHEIRO, A.F.; COUTINHO, F. M.; FERREIRA, M. F, 2021).

## 2.4 Sistema de Drenagem – Poço de Infiltração

Os poços de infiltração (Figura 5 ) surgem como uma alternativa compensatória em sistemas de drenagem urbana, em função de reduzir volume de águas pluviais, podendo funcionar de forma independente ou não. É um dispositivo responsável pela coleta de águas dispostas na superfície, visando controlar o escoamento superficial gerado devido a diminuição de áreas permeáveis ocasionado pela expansão do meio urbano, conseqüentemente minorando o percentual permeável em uma determinada área.

**Figura 5 - Poço de Infiltração**



Fonte: Próprio Autor (2023)

Sua execução consiste em uma escavação no solo, onde serão colocados tubos de concreto no diâmetro dimensionado, esses tubos perfurados em toda sua extensão, revestidos por uma camada de manta geotêxtil e brita em seu exterior (REIS; OLIVEIRA; SALES, 2008), conforme detalhamento apresentado na Figura 5.

Para a execução dos poços de infiltração, existe uma necessidade de se fazer uma caixa de sedimentação antes do poço, uma vez que detritos podem causar a colmatção antecipada do fundo do poço tirando sua função de infiltração. Mesmo com a caixa de sedimentação, será necessária a manutenção periódica do fundo desses poços, uma vez que a manta geotêxtil também perde sua função decorrente da colmatção da trama do tecido por conta de partículas finas de solo que não sedimentam na pré-caixa.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

O pavimento do local escolhido para a realização do estudo de caso situado no loteamento residencial Eldorado, localizado no município de Rialma – GO, Mesorregião Centro Goiano, Microrregião Ceres. Este possui uma área de 268,291 km<sup>2</sup> e uma população de 12.165 habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 45,34 habitantes por km<sup>2</sup>, conforme dados do IBGE (2022). O município de Rialma-GO está localizado na região do Vale do São Patrício e dista aproximadamente 177 km da capital Goiânia – GO. As coordenadas geográficas da área do empreendimento são 15° 19 '34.06 "S/ 49° 33' 14.95"O. O local contempla aproximadamente 45.000 m<sup>2</sup> de ruas pavimentadas. As Figuras 6 apresenta uma imagem via satélite, obtida por meio do *software* Google Earth Pro, da área do loteamento em estudo.

**Figura 6** – Localização da Área de implantação do Loteamento Residencial ELDORADO



Fonte: Google Earth Pro (2023)

Na Figura 6, as regiões marcadas com “x” vermelho, são as que as patologias mais se destacam no loteamento. Onde as cotas de terreno são mais baixas e onde há escoamento de água em maior velocidade.

#### 3.2 Métodos

A estrutura da pesquisa é aquela proposta por Lichtenstein (1985), comumente utilizada em estudos de patologias, que consiste em três etapas: levantamento de subsídios, através de

vistoria do local, identificando a natureza e origem das patologias; diagnóstico da situação, buscando o entendimento dos fenômenos em termos de interpretação das relações de causa e efeito que caracterizaram as manifestações patológicas; e definição de conduta, apresentando o procedimento a ser realizado para resolver o problema.

### 3.2.1 Levantamento de Subsídios

Com o intuito de avaliar as patologias presentes no loteamento residencial Eldorado, foi realizado, inicialmente, um relatório fotográfico dos problemas encontrados, de modo a utilizar o registro como base para as pesquisas teóricas e para a obtenção de dado com a equipe responsável pela sua restauração, que se deu através de entrevistas com os profissionais.

As coordenadas geográficas da área foram obtidas com o auxílio de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS). Utilizaram-se também, como ferramenta de localização e imagens os softwares Google Earth, ARC Gis, IX1D (para interpretação dos resultados) e Google Maps.

### 3.2.2 Diagnóstico da situação

De modo a determinar as possíveis causas das patologias encontradas, foram empregados métodos investigativos e comparativos, através de pesquisas no google academic, google livros, nas bibliotecas, em catálogos, editoras, revistas, teses e artigos, anais na CAPES, legislações sanitárias e ambientais e análise de dados do SIEG.

Visando resultados satisfatórios, e específicos para o local em estudo, a análise realizada neste trabalho foi de cunho geológico e hidrogeológico, utilizando como base análises realizadas e fornecidos por profissionais que estão trabalhando no processo de restauração da via em estudo. Além dos projetos técnicos e memoriais descritivos do loteamento, foram também utilizados para a realização das análises das patologias encontradas, os documentos apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Documentos utilizados para a realização das análises

<b>Documentos</b>	<b>Finalidade</b>
Relatório Geofísico	Apresentar a síntese dos estudos técnicos de geologia, hidrogeologia e geofísica.
Laudo técnico do ensaio de sondagem SPT	Identificação das diferentes camadas de solo que compõem o subsolo, classificação dos solos de cada camada, o nível do lençol freático, e a capacidade de carga do solo em várias profundidades.
Laudo do teste de Infiltração	Determinar o Coeficiente de Infiltração (C) da área em estudo.

Fonte: Próprio autor (2023).

Em relação ao teste de sondagem do tipo SPT, foram realizadas na área 5 furos (Conforme Item a, 3.4, da IN 13/2022 da SEMAD) a fim de investigar as características das camadas pedológicas e determinar o nível do lençol freático. Os locais foram escolhidos estrategicamente conforme aspectos da área. A Figura 7 apresenta os pontos onde foram realizados os ensaios do tipo SPT.

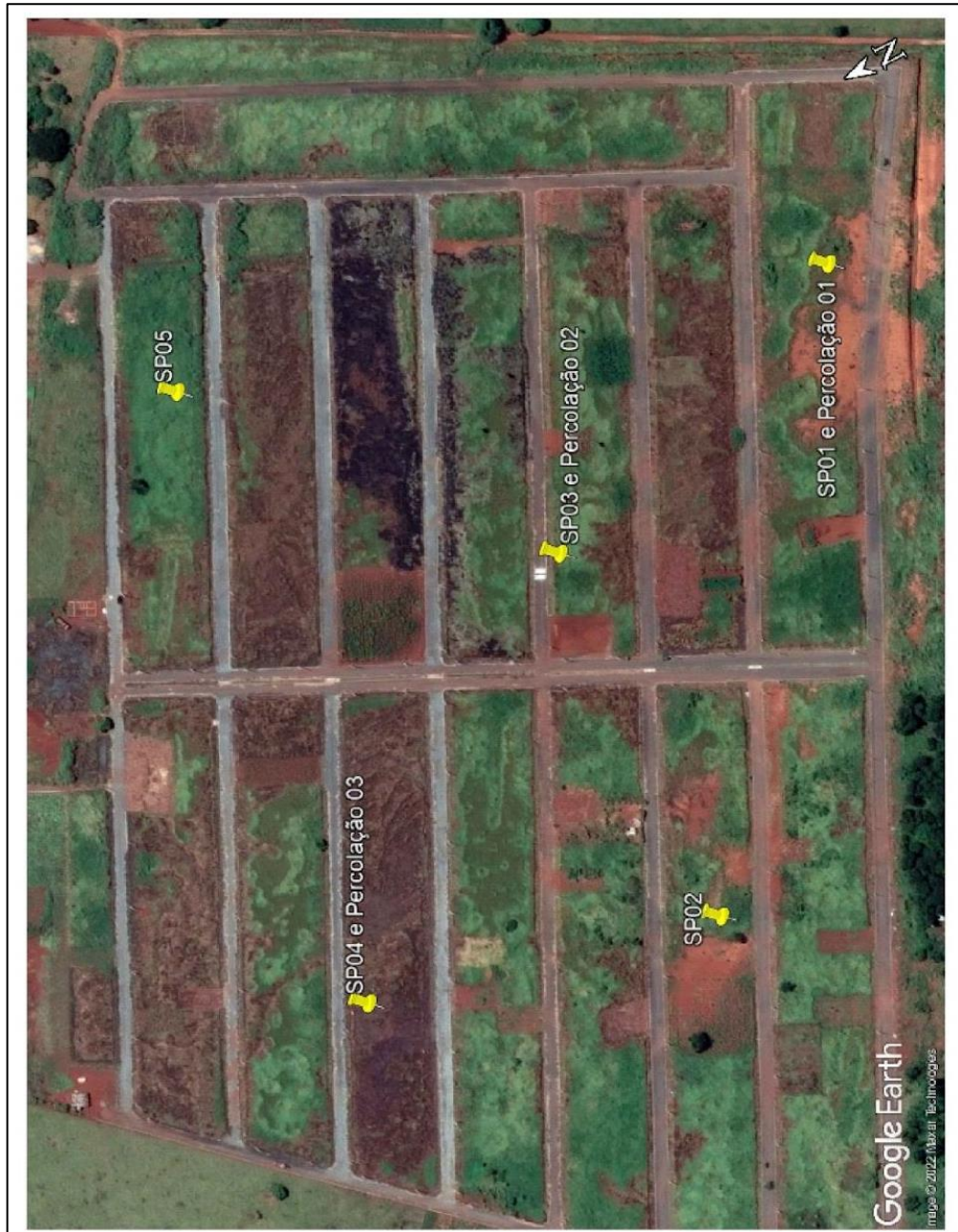
Para a determinação do Coeficiente de Infiltração (C), obtido por intermédio do teste de infiltração, utilizou-se a Eq. (1).

$$C = \frac{490}{t + 2,5} \quad (1)$$

Onde:

$t$  = maior tempo apresentado no teste.

**Figura 7** - Croqui dos locais onde foram realizadas as sondagens SPT



Fonte: Próprio autor (2023).

### 3.2.3 Definição da Conduta

A etapa final realizada neste trabalho consistiu em definir os materiais de reparo e a sua forma de aplicação, com equipamento apropriado associado a cada manifestação patológica diagnosticada no pavimento em estudo.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Patologias no Pavimento do Loteamento Residencial Eldorado

Através de uma vistoria realizada *in loco* foi possível realizar o levantamento das principais patologias que afetaram o pavimento do loteamento em estudo. O processo de mapeamento dos problemas encontrados foi realizado por intermédio de um relatório fotográfico que foi utilizado como apoio para a análise aprofundada das causas. Nessa perspectiva, a Figura 8 apresenta uma abertura no pavimento.

**Figura 8** - Abertura no pavimento



Fonte: Próprio autor (2023).

De acordo com os profissionais entrevistados, envolvidos no processo de recuperação do pavimento em estudo, a abertura encontrada no pavimento, apresentada pela Figura 8, surgiu de forma natural, e foi ocasionada devido ao desenvolvimento da saturação do solo no local.

Outra patologia encontrada são as fissuras e trincas, que podem ser observadas na Figura 9, em dois pontos distintos, especificados como 9.a e 9.b. As fissuras são aberturas que chegam a ter até 1mm de espessura, enquanto as trincas chegam a ter um tamanho de 1mm a 3mm. Já as rachaduras chegam a ser maiores que 3mm. A origem desse tipo de problema pode ser a dilatação térmica com a mudança de temperatura, infiltrações, tremores causados por terremotos, trânsito pesado com a passagem de caminhão e ônibus, obras vizinhas onde ocorrem perfurações e onde passam maquinários pesados causando vibração no solo e principalmente devido aos recalques dos solos, um rebaixamento devido ao adensamento do solo sob sua fundação (KANEHIRA, 2021).

Para o loteamento em estudo, foi informado pelos profissionais contratados para restauração, que a forma de aplicação dos materiais na construção da pavimentação foi uma das causas para o surgimento do problema, além do Tratamento Superficial Simples não ter atendido às especificações do solo, que apresenta um certo nível de saturação.

Para pavimentar uma via em solos saturados, é necessário seguir procedimentos determinados por normas técnicas. A primeira etapa é a preparação da sub-base ou da base granular, que é a camada que fica entre o subleito (terreno) e a base. Nesse momento, são

colocadas pedras, e os espaços vazios são preenchidos com pó de pedra, compactados com rolo compressor (MARTINELLI, 2023).

É importante realizar ensaios em solos para pavimentação, que podem ser realizados em laboratório ou no próprio local da obra. O objetivo desses ensaios é avaliar as características do solo e determinar a melhor forma de utilizá-lo na pavimentação (ROSSOT, 2023).

**Figura 9** – Fissuras e Trincas no pavimento em dois locais distintos, representados em (a) e (b)



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor (2023).

Outro tipo de patologia encontrada, ao longo de todo o pavimento da via em estudo, são as panelas ou buracos, que podem ser observadas na Figura 10, que apresenta o problema em dois pontos distintos.

**Figura 10** – Panelas e Buracos no pavimento em dois locais distintos, representados em (a) e (b)



(a)

(b)

Fonte: Próprio autor (2023).

Assim como para o surgimento das trincas e fissuras, a principal causa descrita como causadora da ocorrência das panelas e buracos no pavimento, é o uso e escolha indevidos dos materiais empregados no pavimento em estudo, que não se adequam a saturação apresentada pelo solo ali presente. A escolha correta de materiais específicos para construção de pavimentação em solos saturados é fundamental para garantir a durabilidade e a segurança da estrutura. Segundo a EESC JR., a classificação de solos é importante para obras viárias, pois permite a escolha do material mais adequado para cada tipo de solo (KANEHIRA, 2021).

A escolha dos materiais granulares para a pavimentação é um fator crítico para a qualidade do pavimento, devendo ser baseada em critérios técnicos, como a granulometria, a forma dos grãos, a densidade, a resistência e a durabilidade (BALBO, 2007).

## **4.2 Mecanismos para o Diagnóstico da Situação**

### *4.2.1 Relatório Geofísico*

A geologia controla de forma distinta aspectos do meio físico, aspectos do meio geotécnico e até certas variações climáticas que apresentam controle orográfico, desempenhando expressivo controle no padrão, densidade e manutenção de vazões das drenagens superficiais. Na área em estudo, município de Rialma/GO, a geologia se apresenta constituída, principalmente, pelas litologias pertencentes ao Complexo máfico-ultramáfico Barro Alto - Zona Máfica Inferior.

As águas que atingem a superfície do solo a partir das precipitações são aprisionadas nas depressões da região, ou escoam pela superfície topográfica do terreno, podendo infiltrar-se por efeito das forças de gravidade e de capilaridade. Em função das características e propriedades do solo, da topografia e da ação da vegetação, representando a fase subterrânea do ciclo hidrológico.

A integração de dados geológicos, climáticos, geomorfológicos e pedológicos possibilitou definir dois grupos de reservatórios individualizados e denominados de Grupo dos Aquíferos Rasos ou Freáticos e Grupo dos Aquíferos Profundos. Os grupos classificam-se em Domínios, em função do tipo de porosidade predominante, sendo denominados de: Intergranular, Fraturado, Dupla Porosidade, Físsuro-Cárstico e Cárstico. Dentro dos diferentes Domínios, foram classificados 25 (vinte e cinco) Sistemas Aquíferos, sendo 03 (três) freáticos e 22 (vinte e dois) profundos. A região em questão, está localizada no grupo dos aquíferos profundos, pertencente ao Sistema Aquífero Complexos Acamadados – SACA.

O local selecionado apresenta favorabilidade *in loco*, os dados coletados através do estudo geológico-geofísico apresentaram uma probabilidade favorável a obter uma vazão considerável, onde o ponto pode estar associado a prováveis fraturamentos e/ou lineamentos estruturais secundários, ou zonas saturadas, ou veios de rochas ricos em quartzo.

### *4.2.2 Laudo Técnico de Sondagem SPT*

Conforme especificado no item 3.2.2 deste trabalho, de modo a diagnosticar a situação problema estudada, um importante ensaio é o tipo SPT. Na área, foram realizados 5 furos de sondagens. Com os dados obtidos por intermédio dos ensaios de sondagem realizados no local, foi possível determinar o nível do lençol freático (NA) nas cinco sondagens, que são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Nível do Lençol Freático (NA) obtido por intermédio dos ensaios de sondagem

Ensaio SPT	Elevação (m)	NA (m)
SP1	605	6,07
SP2	600	6,44
SP3	591	6,62
SP4	584	6,85
SP5	579	5,10

Fonte: Próprio autor (2023).

Em relação ao direcionamento do fluxo subterrâneo foi obtido, para o local, um direcionamento SE-NW. O laudo técnico ambiental, cedido pela empresa, especifica ainda que, conforme características do terreno é possível atestar que não há impedimento no local para instalação de sistema das fossas sépticas com sumidouros, conforme a NBR 7.229 (ABNT, 1993), NBR 13.969 (ABNT, 1997) e IN 13 (SEMAD, 2022). Respeitando, na execução dos tanques sépticos, a orientação da norma técnica que exige 1,50 metros do fundo do sumidouro para o limite do NA local.

Em relação as profundidades, todas as sondagens atingiram uma profundidade média de 10,45m, essas sondagens foram realizadas na área destinada aos lotes e áreas institucionais. Em relação as camadas pedológicas, pôde-se observar nos perfis litológicos, apresentados no Anexo A deste trabalho, que não houve alteração nas características dos solos, sendo possível identificar um solo mais argilo-siltoso variando para um argilo-arenoso com o decorrer do aumento da profundidade. O solo argilo-siltoso é um tipo de solo que contém uma mistura de argila e silte, com a argila sendo o componente dominante. Esse tipo de solo é caracterizado por sua alta capacidade de retenção de água e baixa permeabilidade.

À medida que a profundidade de sondagem SPT aumenta, o solo tende a se tornar mais compacto e menos permeável, com a proporção de argila aumentando em relação ao silte. Isso ocorre porque a argila é mais fina e mais suscetível à compactação do que o silte. Com o aumento da profundidade, o solo argilo-siltoso pode se transformar em um solo argilo-arenoso. Esse tipo de solo contém uma mistura de argila e areia, com a argila ainda sendo o componente dominante. O solo argilo-arenoso é caracterizado por sua alta capacidade de retenção de água e baixa permeabilidade, semelhante ao solo argilo-siltoso. No entanto, a presença de areia no solo argilo-arenoso confere maior estabilidade e resistência à compactação em comparação com o solo argilo-siltoso (HUGGETT, 2011). O resultado do perfil individual de sondagem a percussão – SPT de cada um dos 5 pontos encontra-se no Anexo A deste trabalho.

A sondagem não foi útil para resolução do caso, porém, ela apresentou alguns dados que colaboraram com outros estudos realizados, como para a identificação do tipo de solo estudado e para a obtenção de projeto de saneamento para o loteamento, que foi realizada posteriormente.

#### 4.2.3 Ensaio de Infiltração no Solo

O solo do loteamento em estudo é composto por frações de areia, silte e argila. O tamanho das partículas interfere no tamanho dos poros do solo, os quais, por sua vez, determinam o movimento da água através dele. Quanto maiores as partículas constituintes do solo, maiores os poros e mais rápida será a movimentação da água no solo, ou seja, maior o coeficiente de infiltração.

O coeficiente de infiltração médio no solo é a taxa de penetração de água no solo, que é influenciada por vários fatores, como a umidade inicial do solo, textura e estrutura do solo, matéria orgânica, camada de impedimento e variabilidade espacial. A textura do solo é um dos principais fatores que afetam a velocidade de infiltração, e a presença de argila e silte pode reduzir significativamente a velocidade de infiltração. Horton (1939) estabeleceu uma relação empírica para representar o decaimento da infiltração com o tempo (PAIVA, 2001), enquanto

Rawls & Brakensiek (1983) propuseram uma metodologia na qual o coeficiente de infiltração é obtido através das características físicas do solo (RAWLS, WJ, BRAKENSIEK, DL E MILLER, NL, 1983). Kostiakov (1932) desenvolveu um modelo empírico para estimar a taxa de infiltração da água no solo.

No ensaio de infiltração, realizado no solo do local, foram executados 3 furos, com profundidade de 1,00 m. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o teste.

**Tabela 2 - Infiltração no Solo**

<b>Furo</b>	<b>Nº da Medição</b>	<b>Tempo médio (min)</b>
01	3	2,55
02	3	3,12
03	3	3,33

Fonte: Próprio Autor, 2023

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para o Coeficiente de Infiltração ( $C$ ) do local, utilizando a Eq. (1). No cálculo, foram considerados, como maiores tempos apresentados em cada teste, os valores indicados na tabela.

**Tabela 3 - Coeficiente de Infiltração (C)**

<b>Furo</b>	<b>Maior tempo apresentado (min)</b>	<b>Tempo de Abaixamento da Água (min)</b>	<b>Coeficiente de Infiltração (L/m<sup>2</sup>/dia)</b>
01	2,55	2,55	97,03
02	3,12	3,12	87,19
03	3,323	3,33	84,05

Fonte: Próprio autor (2023).

O coeficiente de infiltração médio obtido para a área foi de 89,42 L/m<sup>2</sup>/dia, se apresentando como uma absorção relativa média, correlacionado ao solo argilo-siltoso identificado no local.

Segundo Nunes (2020), a saturação do solo pode levar à redução da resistência do solo, o que pode levar a deformações permanentes no pavimento. Além disso, a saturação do solo pode levar à redução da capacidade de suporte do solo, o que pode levar a falhas no pavimento. Ainda de acordo com Nunes (2020), a saturação do solo pode levar à redução da capacidade de drenagem do solo, o que pode levar a um aumento da quantidade de água na superfície do pavimento. Isso pode levar a uma redução da aderência entre os pneus dos veículos e a superfície do pavimento, o que pode levar a um aumento do risco de acidentes. De acordo com KOGUT (2023), algumas medidas que podem ser tomadas incluem a construção de sistemas de drenagem eficazes, a utilização de materiais de pavimentação adequados e a manutenção regular do pavimento.

## 5 CONCLUSÃO

Ao final de todas as análises feitas, chegou-se à conclusão de que as patologias presentes nesse loteamento, que não possuía tráfego de carros e nem construções, provavelmente se deram pelo alto nível de saturação do solo e um projeto que não atendia a essa condição específica do local.

A degradação do pavimento causada pela saturação do solo é um problema comum em muitas regiões do mundo. Segundo Nunes (2020), a saturação do solo pode levar à redução da resistência do solo, o que pode levar a deformações permanentes no pavimento. Além disso, a saturação do solo pode levar à redução da capacidade de suporte do solo, o que pode levar a

falhas no pavimento. Ainda de acordo com Nunes (2020), a saturação do solo pode levar à redução da capacidade de drenagem do solo, o que pode levar a um aumento da quantidade de água na superfície do pavimento. Isso pode levar a uma redução da aderência entre os pneus dos veículos e a superfície do pavimento, o que pode levar a um aumento do risco de acidentes.

No ano de 2022 foi realizada uma vistoria na área em questão. A conclusão desse laudo, apesar do pavimento escolhido ter sido TSS (Tratamento Superficial Simples) e a drenagem ser somente superficial, não suportando a saturação do terreno e a intensidade do escoamento da área, foi um laudo que diz sim que a construção periciada apresenta problemas, mas que não eram necessários reparos. Além disso, também diz que as anomalias são endógenas e exógenas (originária do próprio imóvel e fatores externos ao imóvel, provocados por terceiros).

No ano de 2023, por sua vez, o pavimento sofreu grande degradação, principalmente nas elevações mais baixas do terreno, onde é mais próximo do rio e onde há mais fluxo de água da chuva. Dessa forma, foi possível constatar que degradação do pavimento em estudo foi causada pela saturação do solo, o que é um problema comum em muitas regiões do mundo.

Os resultados apresentados no estudo realizado neste trabalho reiteram a importância de que sejam realizados estudos prévios do solo, de modo a compreender como este irá se comportar após finalizada a obra. Assim, identificada a tendência de saturação do mesmo, devem ser tomadas medidas, como a construção de sistemas de drenagem eficazes, a utilização de materiais de pavimentação adequados e a manutenção regular do pavimento, de modo a evitar a degradação do pavimento.

Na obra em questão, os profissionais responsáveis optaram por utilizar, como sistema de drenagem, poços de infiltração e sistema de drenagem pluvial profundo com bocas de lobo, poços de visita e dissipadores de energia para emissão final do fluxo d'água, que se mostram como excelentes alternativas para que o problema não volte a acontecer.

## REFERÊNCIAS

BALBO, J. T. **Construção e Pavimentação**. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jun/2017,21p.

BALBO, J.T. (2007) **Pavimentação asfáltica**. Materiais, projeto e restauração. Oficina de Textos, São Paulo, SP.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2008.

BRAGA, Júlia Oliveira. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria** – DF. Distrito Federal, Brasília. Agosto de 2016. 33p. UNB/IH/GEA, Bacharelado, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. CNT. 2016. **Dados referentes a pavimentação no Brasil no ano de 2015**. Disponível em: [www.cnt.org.br](http://www.cnt.org.br)

\_\_\_\_\_, CNT. Transporte rodoviário: **por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** 2017. 160p. Brasília: CNT, 2017

\_\_\_\_\_, CNT – Confederação Nacional do Transporte. Conheça os 13 principais defeitos de pavimento das rodovias. Brasília, DF: CNT, c2019.

\_\_\_\_\_, CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**. Brasília, DF: CNT, c2019.

DAEE/CETESB. **Drenagem urbana – manual de projeto**. 2. ed. São Paulo: DAEE/CETESB, 1980. 486p.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Norma DNIT 005/2003 – TER: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Hidrogeologia do Estado de Goiás. Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Eloi Guimarães Campos. Goiânia, 2006. 232 p.:il. (Série Geologia e Mineração, n.1).

HUGGETT, RICHARD JOHN (2011). **Fundamentals of geomorphology**. Col: Routledge Fundamentals of Physical Geography Series 3rd ed. London, United Kingdom: Routledge. pp. 148–150. ISBN 978-0-203-86008-3.

KANEHIRA, C. (2021a, July 22). ENSAIO SPT: **Como Fazer e qual a sua importância?**. EESC jr.

KOGUT, P. (2023, August 28). **Degradação do solo: Tipos de Causas, efeitos e Soluções**. EOS Data Analytics. <https://eos.com/pt/blog/degradacao-do-solo/>

KOSTIAKOV, AN (1932) **A Dinâmica do Coeficiente de Percolação da Água nos Solos e a Necessidade de Estudá-lo de um Ponto de Vista Dinâmico para Fins de Melhoria**. Sociedade de Ciência do Solo, 14, 17-21.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. Distrito Federal: Unb - Universidade de Brasília, 1999. 255 p.

LICHTENSTEIN, Norberto B. Boletim técnico 06/86: **Patologia das Construções**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1985.

MACHADO, LOPES, PEREIRA, E SANT'ANNA. (2005). **Caracterização Geotécnica de Solos para Pavimentos de Estradas Florestais: Estudo de Caso**. ResearchaGate.

MARTINELLI (2023, February 8). **Pavimentação Asfáltica: Conheça as Principais Técnicas**. Vila Betume.

MATOS, R. J. C. Corografia Histórica da Província de Minas Gerais (1837). Belo Horizonte: Livraria Itatiaia Editora, 1981. v. 1.

MOULTON, L.K. **Highway Subdrainage Design**. Report nº FHWA - TS - 80.224 - Federal Highway Administration, p. 162, ago. 1980.

NUNES, F. C. ET AL. (2020). Chapter 9 - **Soil as a complex ecological system for meeting food and nutritional security**. In: Prasad, M. N. V., Pietrzykowski, M. (Eds.) Climate Change and Soil Interactions. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818032-7.00009-6>

OLIVEIRA, A.L. **Drenagem subsuperficial de pavimentos flexíveis**. 1982. 157p. Dissertação (Mestrado)

PAIVA, J. B. D de e PAIVA, E. M. C. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PEREIRA, Antonio Carlos Oquendo. **Influência da Drenagem Subsuperficial no Desempenho de Pavimentos Asfálticos**. São Paulo/SP, USP - Dissertação de Mestrado da Escola Politécnica da Universidade, 2003, 194p.

PINHEIRO, A.F.; COUTINHO, F. M.; FERREIRA, M. F.; **O Projeto de Drenagem em Pavimentos Asfálticos: Conserva o Revestimento, Previne Acidentes e Danos ao Meio Ambiente**. São Paulo: Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação 2021. v.7.

RAWLS, WJ, BRAKENSIEK, DL E MILLER, NL (1983). **Parâmetros de infiltração Green-ampt a partir de dados de solos**. Jornal de Engenharia Hidráulica, 109.

SANTOS, Claudio Roberto dos. **Patologia em pavimentações**. Centro Universitário do Norte Paulista. São José do Rio Preto, 2017.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

VARGAS, Milton. **Introdução a Mecânica dos Sólidos**. Rio de Janeiro: McGraw, 1981. 512 p.

VILLELA, S.M. & MATTOS, A. (1975). **Hidrologia Aplicada**. Ed. McGraw-Hill.

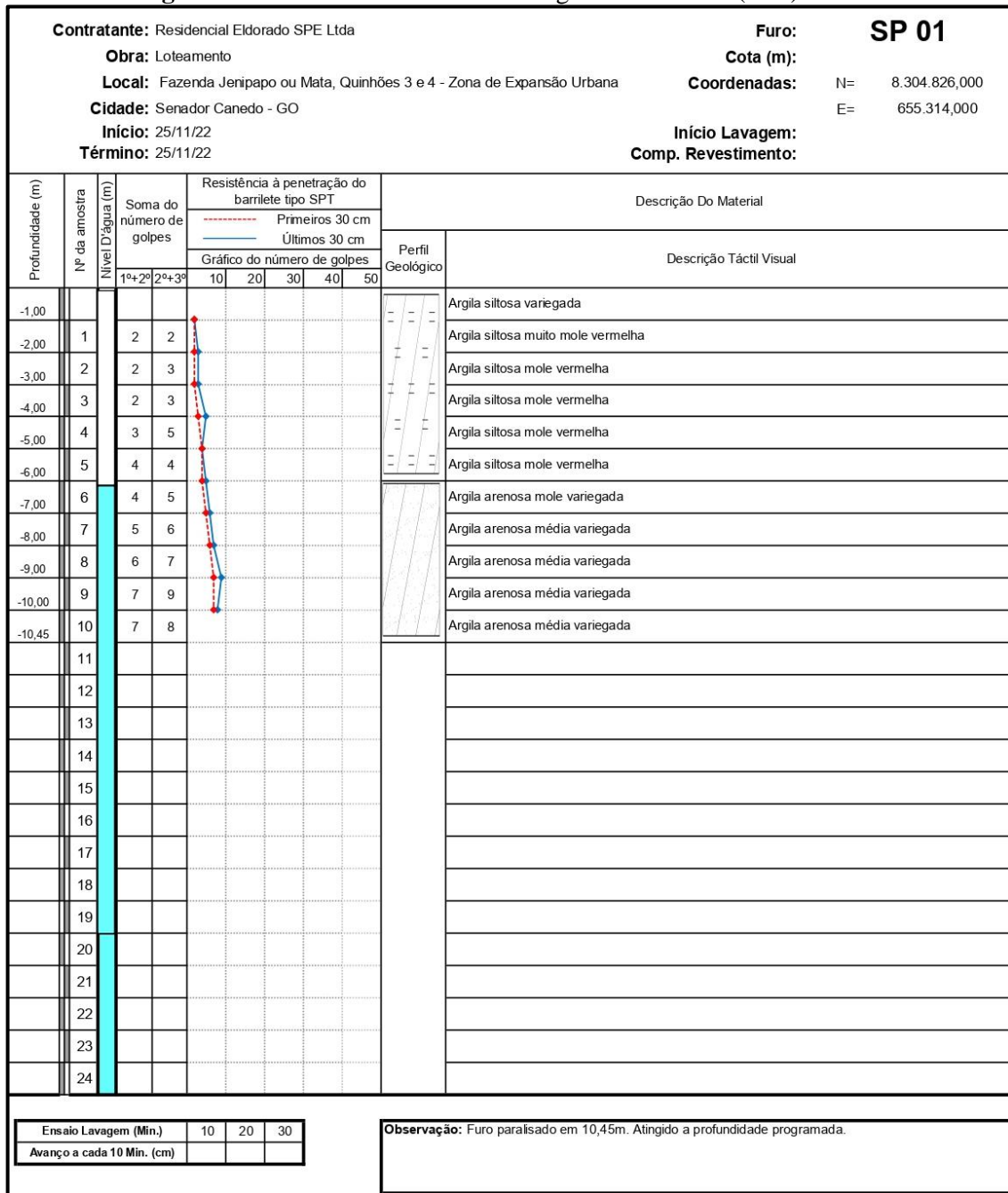


REIS, Ricardo Prado Abreu *et al.* **Sistemas de drenagem na fonte por poços de infiltração de águas pluviais**. 2. ed. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008. 117 p.

ROSSOT, R. (2023, February 18). Ensaio em solos para Pavimentação. Rossot Engenharia.

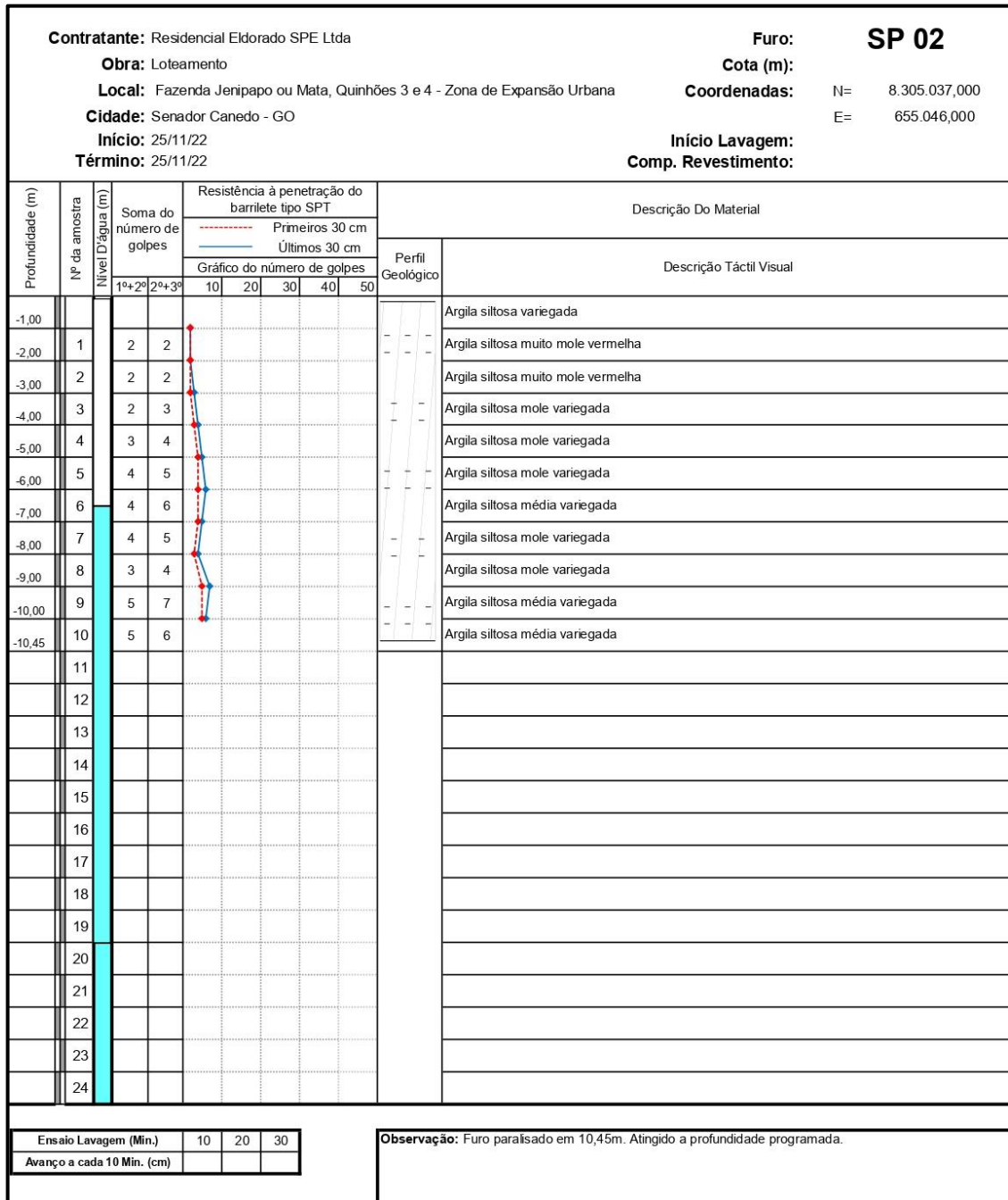
ANEXO A

Figura A.1 - Perfil Individual de Sondagem a Percussão (SPT) - SP 01



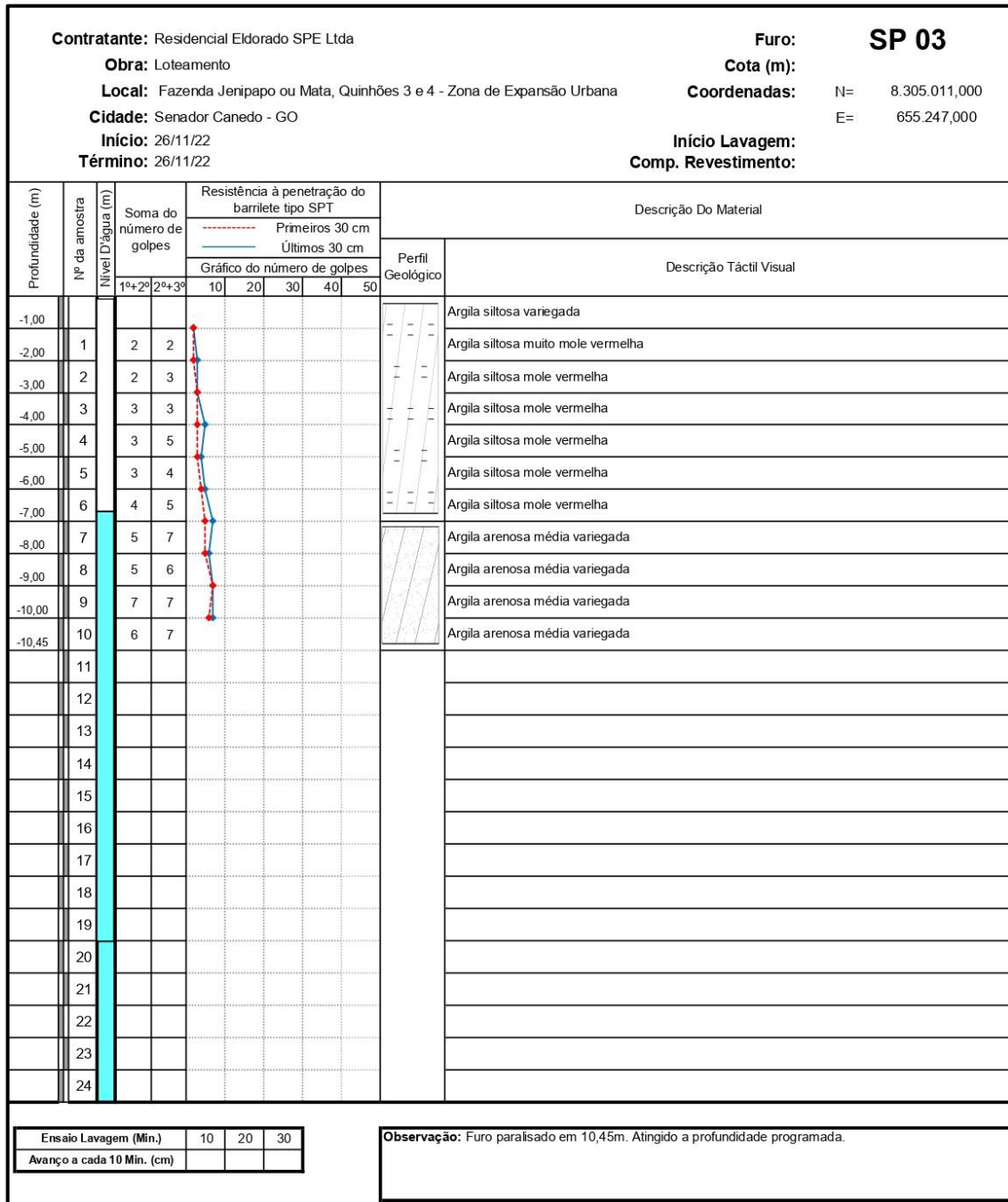
Fonte: Próprio autor (2022).

**Figura A.2 - Perfil Individual de Sondagem a Percussão (SPT) - SP 02**



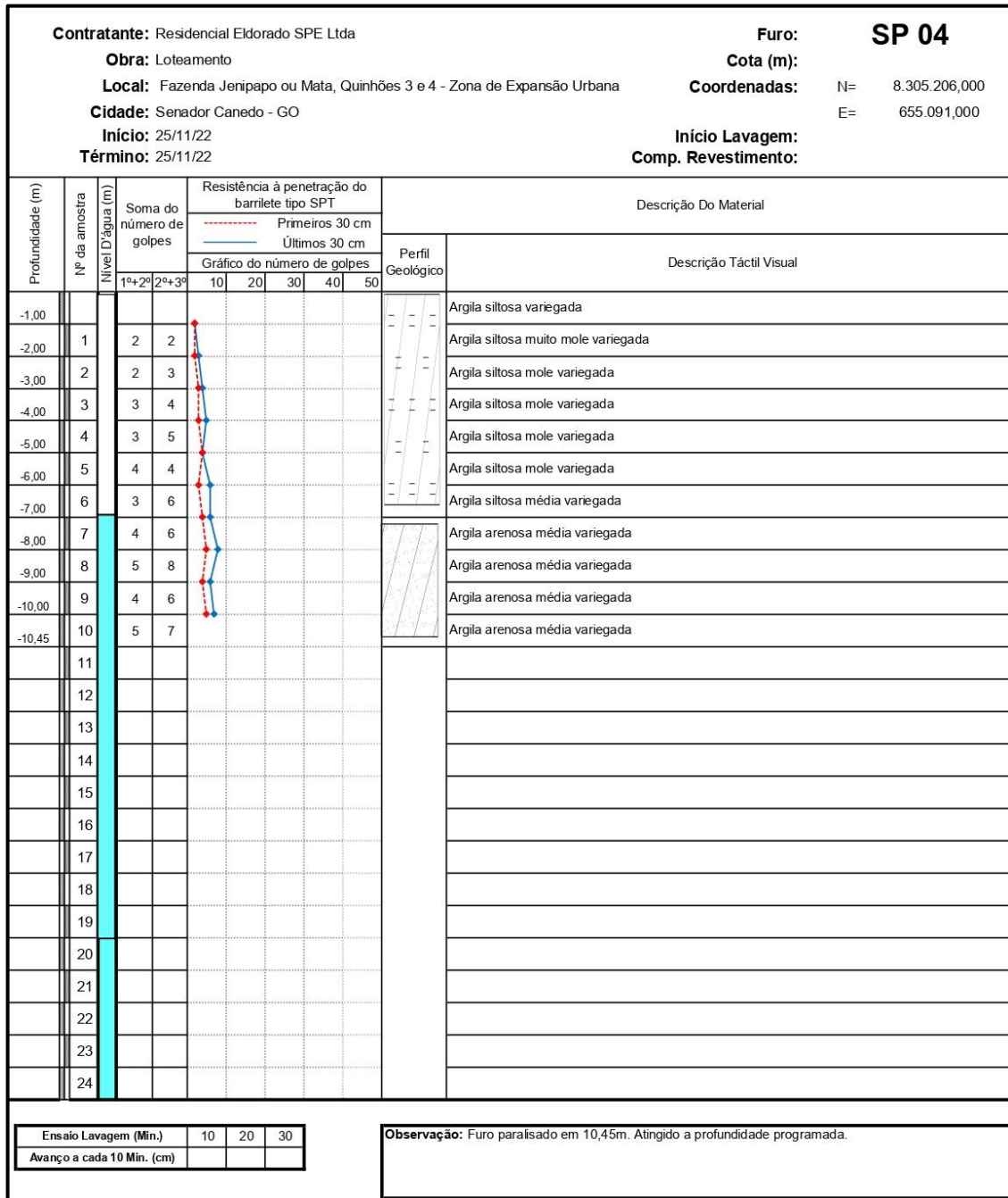
Fonte: Próprio autor (2022).

**Figura A.3 - Perfil Individual de Sondagem a Percussão (SPT) - SP 03**



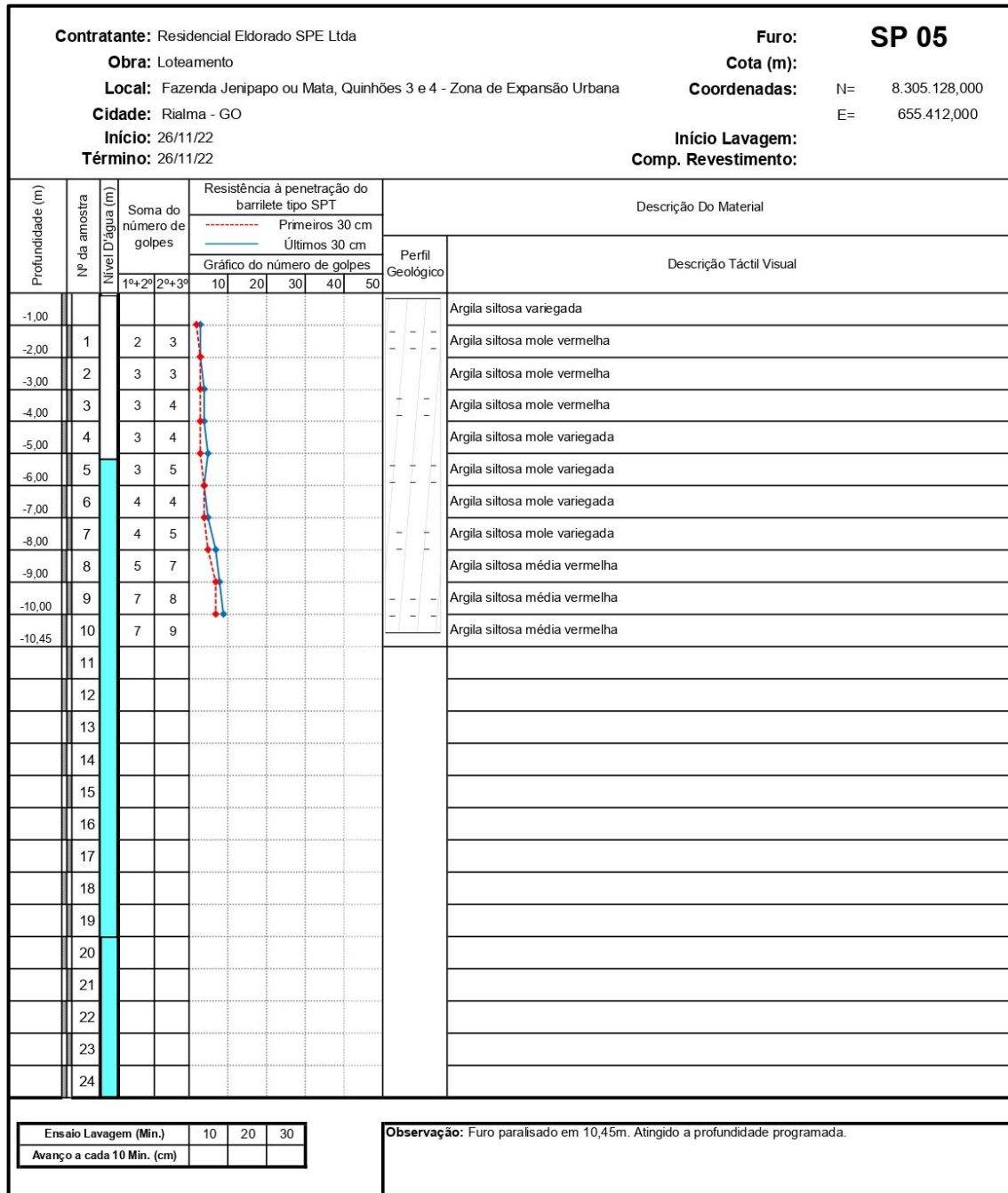
Fonte: Próprio autor (2022).

**Figura A.4 - Perfil Individual de Sondagem a Percussão (SPT) - SP 04**



Fonte: Próprio autor (2022).

**Figura A.5 - Perfil Individual de Sondagem a Percussão (SPT) - SP 05**



Fonte: Próprio autor (2022).