

CENTRO DE APOIO CIENTÍFICO EM DESASTRES

www.cenacid.ufpr.br / cenacid@ufpr.br

**Avaliação de áreas visitadas com subsidências e colapsos em
região de processos cársticos e exploração de aquíferos no
município de Colombo - Paraná**

Relatório 01

Renato Eugenio de Lima

29/07/2020



CENACID



Este Relatório apresenta os resultados obtidos em estudos e visitas de campo realizados para avaliar os eventos geológicos dos tipos subsidências e colapsos, em desenvolvimento em terrenos metassedimentares carbonáticos, na região de “Águas Fervidas”, município de Colombo-Paraná

Avaliação de áreas visitadas com subsidências e colapsos em região de processos cársticos e exploração de aquíferos no município de Colombo - Paraná

Sumário

Avaliação de áreas visitadas com subsidências e colapsos em região de processos cársticos e exploração de aquíferos no município de Colombo - Paraná	0
Relatório 01 - Avaliação de áreas visitadas com subsidências e colapsos em região de processos cársticos e exploração de aquíferos no município de Colombo – Paraná	2
1. Introdução	2
2. Situação no município:	4
3. Visita de campo 01 á região “Águas Fervidas”	4
A. Formação de dolinas na propriedade do Sr. Alielsson Strapasson	4
B. Fraturas e fissuras na residência da Sra. Juliana e Sr. Geraldo Cardoso	5
C. Dolinas no leito do rio da região da Fervida em terrenos do Sr. Raul Cavale.....	6
D. Abertura de cavidade de extensão vertical - “cratera” na Rua São João, região “Aguas Fervidas”.....	7
E. Fraturas e fissuras na residência da Sra. Marcela Batistão,	8
F. Visita de campo 02 á região “Águas Fervidas”	8
G. Retorno à casa do Sr Geraldo Cardoso.....	8
H. Residência da Senhora Eliane	8
I. Residência da Sra. Cecília associada ao terreno do Sr. Raul Cavale	9
J. Moradia da Sra. Valéria Ribeiro Strapasson	10
4. Dados e informações gerais:	10
K. Informações pluviométricas:.....	10
L. Dados dos registros no VICON:.....	11
5. Observações e recomendações:.....	12
6. Referências:	13

Relatório 01 - Avaliação de áreas visitadas com subsidências e colapsos em região de processos cársticos e exploração de aquíferos no município de Colombo – Paraná

Data da missão: 16/junho e 09/julho de 2020

Data deste relatório: 22-jul-202018

1. Introdução

Integrante da missão: Prof. Renato E. Lima

O município de Colombo, localizado na Região Metropolitana de Curitiba, na região Sul do Brasil, tem tido grande incidência de processos geológicos perigosos, sendo que em diferentes situações estes processos resultaram em eventos e acidentes geológicos. Este panorama indica que se trata de região sujeita a variada tipologia de riscos geológicos, tais como: formação de dolinas, movimentos de massa gravitacionais dos mais variados tipos, inundações e sismos.

Nos últimos meses têm sido relatados diferentes processos perigosos como subsidências e colapsos, que atingiram especialmente a região denominada de “Águas Fervidas”, ou simplifadamente “Fervida”, no bairro São João, norte da sede municipal. O Centro de Apoio Científico em Desastres da Universidade Federal do Paraná recebeu solicitações e informações de moradores, que manifestaram preocupação com os eventos observados.

Como colaboração em atendimento a estas demandas, e para incluir estas ocorrências em seus estudos de processos perigosos, foram realizadas duas saídas ao campo. Estas visitas foram realizadas de forma individual em razão da pandemia do Covid19, que está em desenvolvimento em todo o planeta.

Intercalados aos estudos de campo foram realizados estudos de escritório buscando informações e dados complementares sobre a região.

Como fator que dificultou os estudos e levantamentos, destaca-se a necessidade de realizar a missão respeitando as justas orientações da UFPR e dos diversos níveis de governo determinando o isolamento social.

Processos naturais não aguardam a evolução da pandemia, e desta forma são necessários estudos no momento oportuno para sua interpretação, e para colaborar com a redução dos danos e prejuízos potenciais. Estas atividades se enquadram entre as atividades realizadas pelo Centro de Apoio Científico em Desastres – CENACID, centro da Universidade Federal do Paraná, ligado à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação (PRPPG), como apoio para ações do estado e município. Preliminarmente foi realizado contato com a Proteção e Defesa Civil do município informando sobre a realização da missão do centro.

Todos os dados obtidos estão registrados em banco de dados do sistema VICON-SAGA desenvolvido pelos integrantes do CENACID professores da UFRJ e UFRRJ. O SIG VICON é o sistema de referencia utilizado pelo CENACID em suas missões de estudos e de resposta a acidentes e desastres (figura 1).

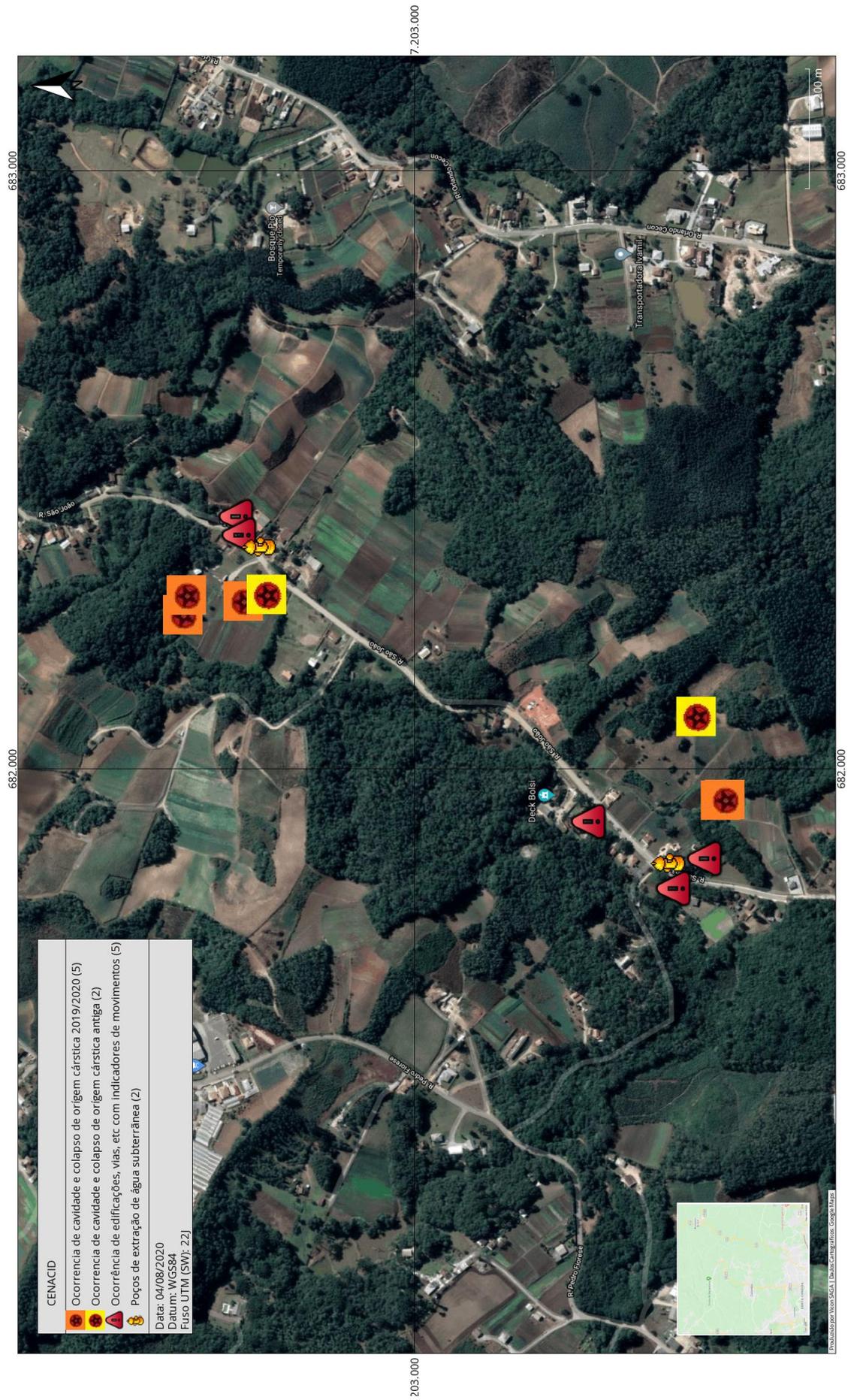


Figura 1- Imagem Vicon com registros obtidos pelo CENACID na área de ocorrência dos processos geológicos perigosos (Águas Fervidas, Colombo-PR).

2. Situação no município:

O município de Colombo no momento das avaliações se encontra em situação de anormalidade em virtude da pandemia, com seus serviços e atividades paralisadas ou funcionando respeitando as regras de isolamento social. Na região mais afetada a partir do final de 2019 pelos processos geológicos em estudo, a comunidade está preocupada e buscando informações e apoio para definição de ações, e até na busca de ressarcimento pelo ocorrido. A região chamada de “Águas Fervidas” e bairro São João apresentam alguns pontos com maior preocupação. A região avaliada e algumas áreas adjacentes foram alcançadas por processos semelhantes no passado.

3. Visita de campo 01 à região “Águas Fervidas”

1º. Dia de campo – 26 de junho de 2020

Em 26 de junho foram visitadas diversas propriedades que informaram a ocorrência recente, de processos geológicos e antropogênicos perigosos que afetam e/ou ameaçam o patrimônio da comunidade. Os moradores estão temerosos e assustados com os riscos envolvidos associados a estas ocorrências do tipo subsidências e colapsos em áreas de terrenos de rochas metassedimentares carbonáticas puras e impuras. Entre outros, foram observados os seguintes eventos perigosos:

A. Formação de dolinas na propriedade do Sr. Alielsson Strapasson

Nesta propriedade verificamos processos de colapsos em terrenos carbonáticos, resultando em duas cavidades no fundo do vale que acabaram por drenar completamente um pequeno tanque de armazenamento de água para utilização na propriedade com fins agrícolas. Uma das cavidades possui diâmetro de 3,0metros e a outra diâmetro de 2,0metros. (ver figura 2 e fig.1 de localização no VICON).

Segundo informação do Sr. Alielsson este cavidade formou-se nos meses de março/abril de forma súbita, sendo que em duas horas o tanque secou.

O desaparecimento da água no tanque utilizado para irrigação da plantação gera dificuldades e perdas para a produção daquela propriedade.

Em vistoria regional foi verificado afloramento com presença de mármore calcítico branco, intensamente fraturado, com cavidades de dissolução decimétricas aparentes.



Figura 2- Dolinas formadas no piso do tanque de reservação de água para agricultura no terreno Sr. Alielson.

B. Fraturas e fissuras na residência da Sra. Joana e Sr. Geraldo Cardoso

Na edificação foram identificadas fissuras e fraturas verticais e subverticais, na construção de alvenaria, consistentes com direções principais (N20E+-15). Também foram observados deslocamento de rodapés, deslocamentos em paredes, muros e calçadas, além de fissuras e fraturas em muros (figura 3). No momento da visita não foi verificado risco de comprometimento da estrutura da edificação, mas aconselhamos o monitoramento das fraturas para verificar se ocorre evolução.

Segundo os residentes estas fraturas iniciaram-se em fevereiro/março com progressão "lenta". Ainda segundo os residentes o processo ocorreu associado à exploração do aquífero subterrâneo, através de poços tubulares da empresa Sanepar AS, sendo que um destes poços se situa acerca de 50metros, ao lado do limite da propriedade.



Figura 3- Duas fotografias mostrando fraturas e fissuras em parede e piso na moradia do Sr. Geraldo.

C. Dolinas no leito do rio da região da Fervida em terrenos do Sr. Raul Cavale.

No leito do rio que corta a propriedade agrícola, observamos duas cavidades em solo de extensão vertical com diâmetros de dois e três metros.

A evolução destas cavidades resultou na drenagem total do rio que havia. No momento da atividade de campo o leito do rio, que tem 4/6 metros de largura, estava totalmente seco.

De acordo com os moradores este processo ocorreu a partir de novembro/dezembro de 2019, sendo que a drenagem total do rio ocorreu em cerca de 15 dias.

O Sr. Gilson e outros moradores relataram que existe associação entre a exploração de água nos poços tubulares e os processos que ocorrem na região. Como exemplo citam que no Sábado, dia 13 de junho, teria sido interrompido o bombeamento de água em virtude do problema de colapso na estrada, e na

segunda-feira, 15 de junho voltou a ter água no pequeno poço com 10 metros de profundidade que possuem no jardim da casa.

D. Abertura de cavidade de extensão vertical - “cratera” na Rua São João, região “Aguas Fervidas”.

Neste local observamos apenas a “cicatriz” do processo ocorrido, mas conforme relato dos moradores, ocorreu a formação de uma cavidade de extensão vertical, diâmetro de três a quatro metros (figura 4), que segundo os moradores alcançou aproximadamente sete metros de profundidade. Este processo destruiu o pavimento da via, provocando sua interdição, e iniciou-se um “afundamento” às 06:00 horas do dia 12 de junho (sexta-feira) e por volta das 12:00 horas a cavidade já tinha alcançado a profundidade aproximada de sete metros.

Os residentes relataram que no Sábado/17 foram lançados materiais de preenchimento trazidos por mais de 10 caminhões-caçamba pela prefeitura de Colombo. No período entre Sábado e Domingo/18 ocorreu evolução no processo de subsidência, com a cavidade retornando a evoluir e alcançado profundidade aproximada de quatro metros, sendo necessários novos caminhões de saibro e pedras na segunda-feira/19 para completar o preenchimento do local.



Figura 4- Fotografia a dolina já tamponada desenvolvida no leito da pista asfáltica, interrompendo temporariamente o tráfego na via que serve de acesso à região,

E. Fraturas e fissuras na residência da Sra. Marcela Batistão,

No local, localizado exatamente ao lado da “cratera” aberta na Rua São João foi observado deslocamento de rodapés e pisos, bem como fissuras em paredes e muros. As fraturas em paredes e muros apresentam aberturas que alcançam 2mm e alinhamento aproximado (N40E+-15).

Segundo a Sra. Marcela estas fraturas se iniciaram a partir de março de 2020.

O local situa-se a aproximadamente 50 metros de poço tubular de propriedade da Sanepar.

4. Visita de campo 02 à região “Águas Fervidas”

2º. Dia de campo – 09 de julho de 2020

Nesta segunda atividade de campo, em resposta aos eventos perigosos em desenvolvimento na região “Águas Fervidas” e atendendo solicitações de moradores, verificamos locais já reconhecidos na visita anterior, bem como avaliamos outros locais. Também verificamos que em novos locais ocorreu o desenvolvimento de novas estruturas, como a cavidade observada ao lado da residência da Sra. Cecília.

F. Retorno à casa do Sr Geraldo Cardoso

Nesta segunda visita observamos os mesmo locais e também verificamos outros locais também atingidos por fraturas e fissuras na edificação. A percepção dos residentes é que não ocorreram grandes modificações ou em alguns locais a “sensação” relatada é de pequena ampliação.

Relataram ainda que a cessação/redução dos movimentos se deu com a paralização da atividade de extração dos poços tubulares pela Sanepar. Nesta visita medimos aberturas de 3e4mm na parede externa W da residência. Foi sugerido que adotassem um sistema de monitoramento com medidas e datas em locais chave.

G. Residência da Senhora Eliane

Neste local foram verificadas “rachaduras” na parede que se iniciaram aproximadamente em fevereiro de 2020. Foram também observadas fraturas e fissuras sub-verticais em paredes opostas da sala e no muro, com extensão do conjunto de 15m e com orientação (N55E).

A Sra. Eliane informou que é a proprietária do terreno que visitamos anteriormente, no outro lado da estrada, onde há aproximadamente 15 anos ocorreu o surgimento de grande cratera com estimados 8/10 metros de diâmetro e cinco metros de profundidade. Este local foi entulhado com resíduos e terra, não existindo mais a cavidade.

H. Residência da Sra. Cecília Cavale associada ao terreno do Sr. Raul Cavale

Esta residência situa-se no mesmo conjunto onde anteriormente foram observadas duas “crateras” no leito do rio da Fervida. Foi neste local que ocorreu o principal desenvolvimento do processo entre as duas etapas de campo.

Ao lado da moradia da Sra. Cecília ocorreu o desenvolvimento de uma dolina com mais de 4 metros de diâmetro e profundidade variável 2a3 metros que se prolongam em pequenas fraturas mais profundas (Figura 5).

Segundo o relato dos moradores ocorreu uma tempestade com chuva e ventania intensa à noite de 30 de junho, e pela manhã do dia 01 de julho, entre 07:00/08:00 horas ocorreu o colapso de forma súbita, sendo que em cinco minutos foi gerada toda a estrutura. Na sequência a estrutura circular sofreu pequena ampliação de aproximadamente 50cm das bordas, alcançando os limites definidos por uma cerca no local.

O local da dolina situa-se a 90 metros do poço utilizado pela Sanepar para captação de água subterrânea.

Os moradores relataram ainda a ocorrência no passado de outra dolina ao lado da edificação vizinha, provocando “rachaduras” na casa e tendo ocorrido na época indenização por parte da Sanepar.

Os terrenos desta propriedade são dedicados para a agricultura, portanto o esvaziamento da drenagem onde coletavam água para irrigação resulta em dificuldades para a garantia da quantidade e qualidade da produção no local.



Figura 5- Dolina formada dia 01 de julho, de forma rápida, no terreno da Senhora Cecília.

I. Moradia da Sra. Valéria Ribeiro Strapasson

Neste local foram observadas fraturas e fissuras na edificação de propriedade da Sra. Valéria, que foi construída há 16 anos.

A orientação destas “rachaduras” na edificação foge ao padrão encontrado nas demais residências afetadas na região. Neste caso as fraturas possuem padrão sub-horizontal, sendo em algumas observado espaçamento de 10mm.

Adicionalmente o piso em alguns locais, quando golpeado apresenta som “oco”, indicativo da presença de espaços vazios.

Informa ainda a moradora que antes da instalação da residência havia dois pequenos “rebaixos” no terreno com cerca de 1,0metro de diâmetro e 0,5metro de profundidade.

As informações são de que o processo se iniciou na mesma época que os outros, sem que no momento pudessem precisar o mês.

Nesta situação recomendamos considerar a realização da abertura do piso no local de possível “vazio” para avaliação, e talvez sondagem exploratória se a verificação em superfície já não for diagnóstica.

5. Dados e informações gerais:

J. Informações pluviométricas:

Segue o gráfico de precipitações mensais acumuladas dos últimos 24 meses, com base na estação do CEMADEN instalado no Morro da Cruz, indicando que a partir de outubro houve uma significativa redução nos acumulados pluviométricos mensais (figuras 6e7).

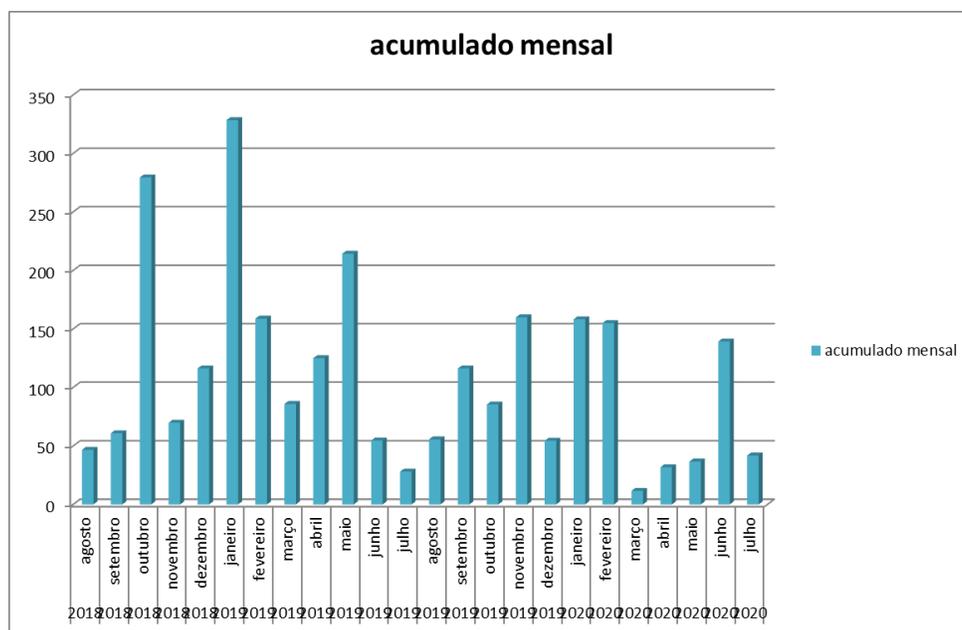


Figura 6- Histograma de acumulados mensais de chuva (estação Morro da Cruz-Cemaden)

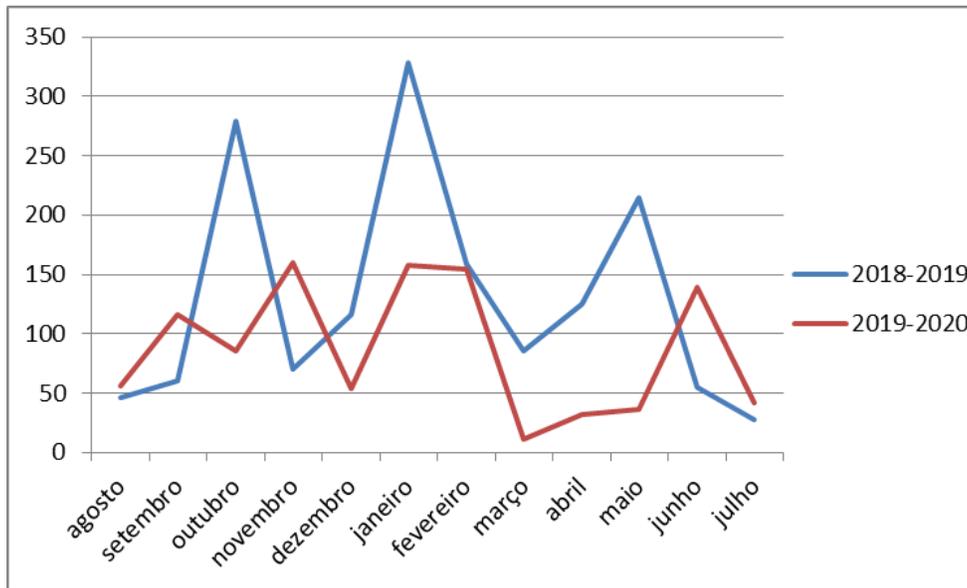


Figura 7- Comparativo acumulados mensais últimos 12 meses X 12 meses anteriores (estação Mmorro da Cruz-Cemaden)

K. Dados dos registros no VICON:

Os dados a seguir são extraídos do banco de dados desta missão CENACID-UFPR na plataforma VICON-SAGA, que pode oferecer outras informações, gráficos e mapas (figuras 8,9e10).

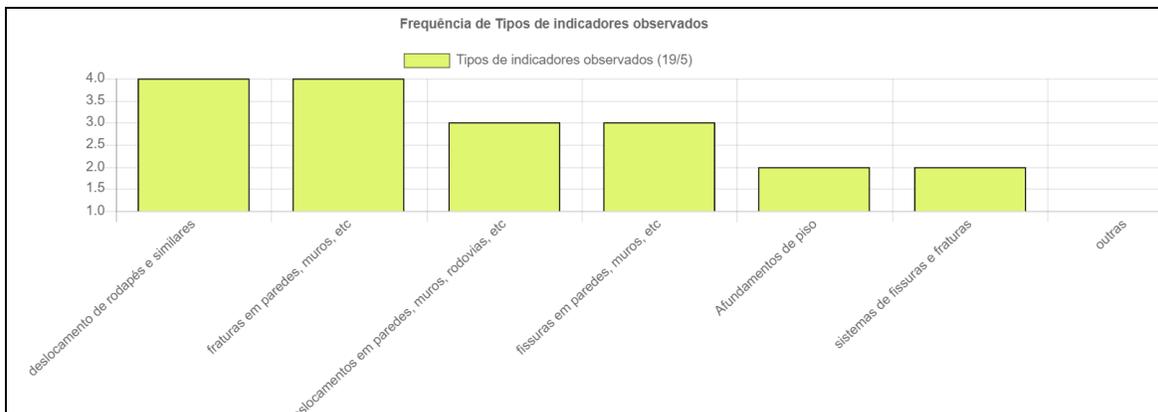


Figura 8- Frequência de tipos de indicadores observados em estruturas danificadas (casas, vias) analisadas na região "Águas Fervidas" (total de observações=19).

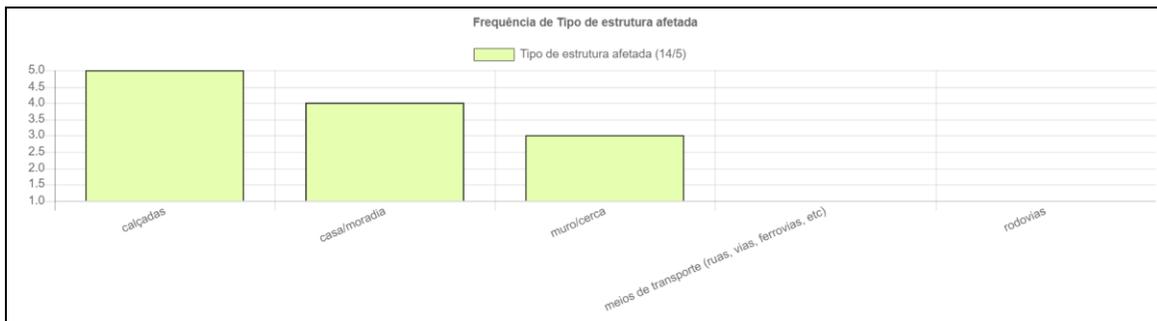


Figura 9- Frequência do tipo de estrutura afetada por processos perigosos que afetaram áreas edificadas (total de observações=14).

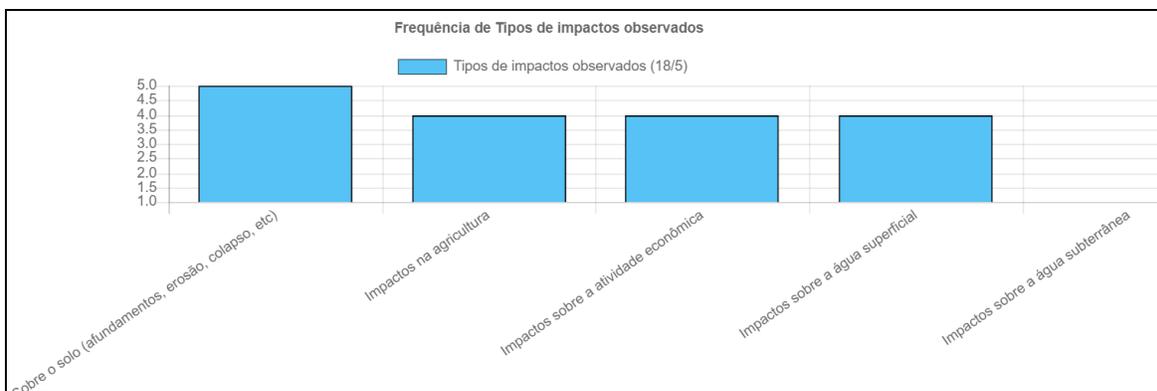


Figura 10- Frequência dos tipos de impactos observados nos locais não edificadas com dolinas formadas recentemente, sem considerar a magnitude dos impactos (total de observações=18).

6. Observações e recomendações:

1. Monitorar a evolução da estiagem e das chuvas concentradas, pois a experiência do CENACID-UFPR neste tipo de ocorrência em rochas metassedimentares carbonáticas da Formação Capirú, indica estes períodos como controladores destes processos.
2. Monitorar os terrenos na região durante a época propícia à processos de subsidência e colapsos.
3. Em especial monitorar a evolução das edificações onde já foram detectados movimentos no solo/subsolo e seus efeitos, podendo ser utilizados métodos simples que permitam avaliar pequenas alterações no maciço.
4. Acompanhar a exploração dos poços tubulares existentes, e estudar se existe relação entre a deflagração ou aceleração de processos perigosos por esta atividade.

5. Evitar sobrecargas nos terrenos em que são observados indícios de movimentos de subsidência.
6. Realizar checagem periódica de estruturas e linhas estratégicas que podem ter sido afetadas, como linhas de transmissão de energia, vias pavimentadas e não pavimentadas, sistemas de abastecimento de água, e outras.
7. Especificamente na residência da Sra. Valéria Ribeiro Strapasson é recomendável considerar a realização de uma avaliação exploratória sob o piso em local(is) selecionado(s) da edificação.
8. Nas residências dos Senhores e Senhoras Geraldo Cardoso, Eliane, Cecília-terreno do Sr. Raul Cavale e Marcela Batistão, é recomendável manter o “monitoramento” das fraturas e fissuras. Na ocorrência de evolução significativa recomendamos avaliar a condição estrutural das edificações.
9. Na região afetada a água é um recurso estratégico, tendo em vista que se trata de região de agricultura familiar. Desta forma é recomendável estabelecer o planejamento regional e local do uso deste recurso.
10. Nos terrenos afetados é recomendável desenvolver mapeamento de perigos, mapas de favorabilidade a processos geológicos perigosos e outros, evoluindo para mapeamento de risco, ao menos em áreas chave selecionadas.
11. A partir dos estudos realizados planejar o desenvolvimento e a ocupação e desocupação dos terrenos.
12. Manter observação e alerta até o final de período de inverno, que é a época do ano com menor intensidade de chuvas na região, e a redução das precipitações pode resultar em efeitos sobre processos geológicos em desenvolvimento, inclusive os relatados.

7. Referências:

CEMADEN - <http://www.cemaden.gov.br/> acessado em 22/07/2020

Observação: *Esta contribuição faz parte dos estudos científicos do CENACID sobre processos geológicos perigosos. As observações e comentários neste relatório devem ser considerados como preliminares, tendo sido obtidos por estimativa, interpretação e reconhecimento no campo de algumas das áreas afetadas. Por esta razão este documento não tem caráter extensivo ou completo, sendo indicada a realização de estudos e mapeamentos detalhados e abrangentes.*

(RLjul2020)