

Risco de Deslizamento provocado pela precipitação pluviométrica

Equipe

Hamilton Justino Vieira

vieira@epagri.sc.gov.br

lattes.cnpq.br/6339349402236978

EPAGRI

Joelma Miszinski

joelma@epagri.sc.gov.br

lattes.cnpq.br/3071512347627240

EPAGRI

Éverton Blainski

evertonblainski@epagri.sc.gov.br

lattes.cnpq.br/6683564707088635

EPAGRI

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

1 – Introdução

Os deslizamentos também denominados de movimentos de massa ou ainda *debrisflow* apresentado na *Home Page* da Epagri/CIRAM são calculados a partir de fórmula empírica com base em dados meteorológicos coletados pela rede de monitoramento hidrometeorológico operada pela Epagri e instituições parceiras. Os dados coletados são enviados pelas estações meteorológicas para o servidor do Banco de Dados da Epagri/CIRAM, são processados automaticamente e disponibilizados na plataforma Agroconnect. A Epagri/CIRAM disponibiliza os dados de deslizamentos calculados, todavia, para emissão de alertas, os órgãos responsáveis devem ser consultados.

2 – Objetivo

Disponibilizar uma ferramenta *web* que possibilite acesso ao risco de deslizamento, calculado a partir da precipitação pluviométrica, coletada pela rede de monitoramento hidrometeorológico operada pela Epagri/CIRAM e instituições parceiras.

3 – Metodologia

Cálculo horário de deslizamento

Conforme Tatizana et. al., 1987, o *Debris Flows* ou fluxo de massa pode ser representada pela equação exponencial cuja linha resultante no sistema cartesiano indica possível limiar de fluxo de massa ou *Debris Flows* ou ainda deslizamento.

$$Y = a * e^{b x}$$

A equação representa os pontos da curva representativa do limiar de fluxo de massa resultante da relação entre o total da precipitação das últimas 24 horas “Y” em milímetros e o “x” é a precipitação acumulada em milímetros nas últimas 96 horas (4 dias), O “a” é “b” são os coeficientes da curva.

A curva representativa do fluxo de massa pode ser desenvolvida de acordo com a região onde os estudos estão sendo desenvolvidos e será adequada aos diferentes tipos de solo, características das precipitações pluviométricas, inclinação das superfícies, cobertura vegetal e comprimento dos taludes.

A equação representativa do risco de fluxo de massa ou deslizamento utilizada na plataforma Agroconnect foi ajustada empiricamente mediante observações de eventos de precipitação pluviométrica e deslizamentos ocorridos na região de Timbé do

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

Sul-SC (Figura 1). A equação é análoga a tantas outras desenvolvidas por vários autores, que apresentam as funções exponenciais, variando apenas seus coeficientes.

Há que ressaltar que a equação utilizada ainda não foi validada para as condições de Santa Catarina, mas que os resultados obtidos orientam na tomada de decisão.

Equação exponencial na plataforma Agroconnect

$$Y = 109 * e^{-0,006 x}$$

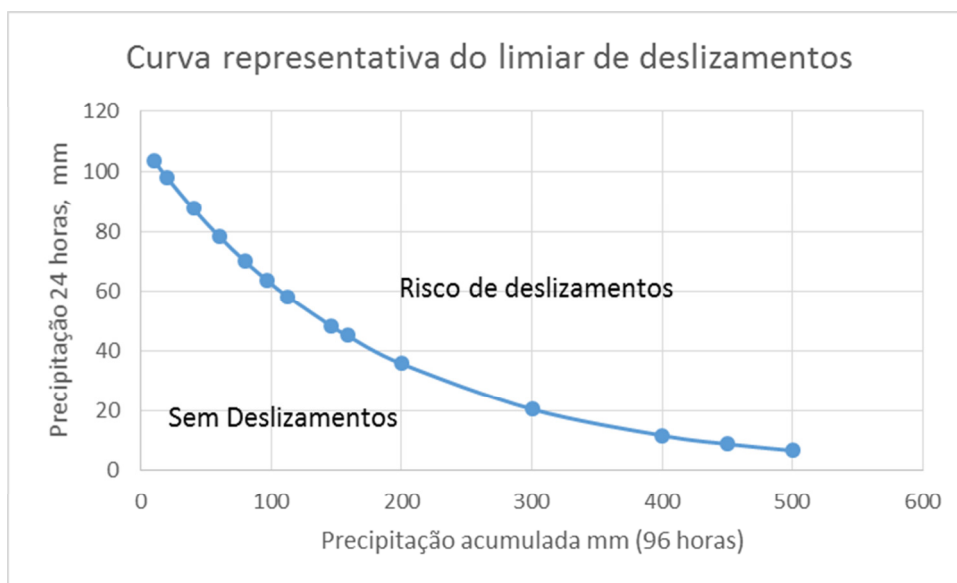


Figura 1. Linha empírica representativa do limiar de deslizamento utilizada para a categorização das faixas de risco.

Os resultados de risco de deslizamentos foram organizados e disponibilizados em dois tipos de gráficos.

O primeiro deles mostra a curva representativa dos limiares dos riscos de deslizamento e os pontos representativos da relação entre a precipitação das últimas 24 horas e a precipitação acumulada nas últimas 96 horas com estes valores atualizado à cada hora e vinte minutos do horário legal (Figura 2). Com este gráfico pode-se visualizar o desenvolvimento dos pontos em relação à curva representativa dos limiares dos riscos de deslizamento.

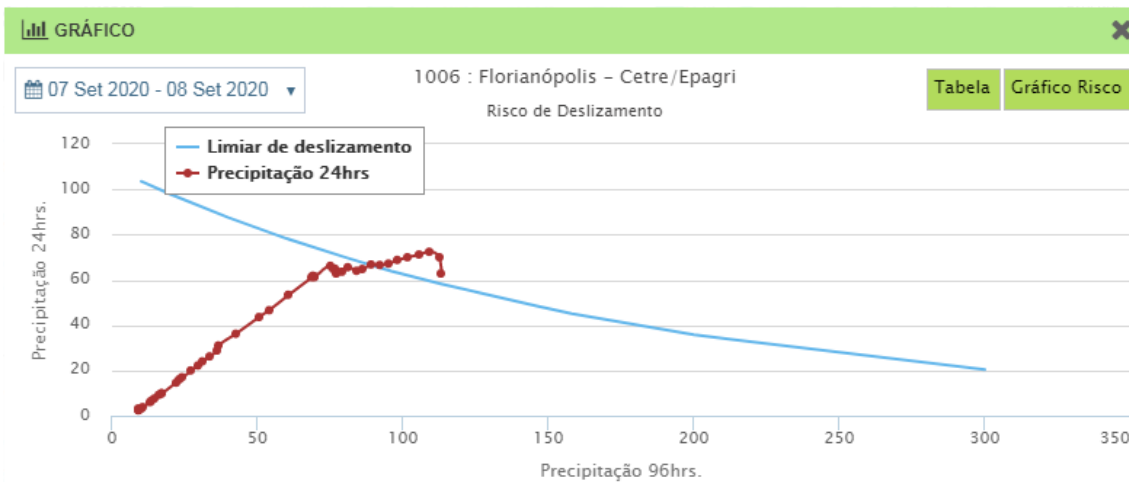


Figura 2. Dinâmica da progressão horária do risco de deslizamento durante um evento de precipitação pluviométrica. Cada ponto da linha vermelha representa a relação da precipitação acumulada nas 24 horas e nas últimas 96 horas.

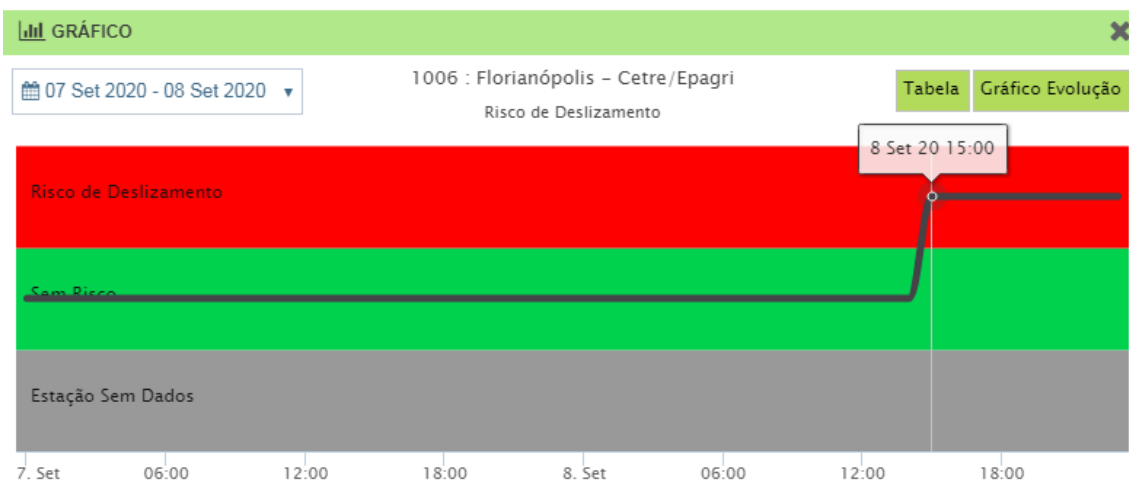


Figura 3. Evolução horária do risco de deslizamento em condição de existência ou não do fenômeno.

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

4 – Consulta de Risco de Deslizamento

O Agroconnect possui duas opções de visualizar os Riscos de Deslizamento:

4.1 – Última Hora: Os pontos mostrados no mapa, figura 4, referem-se ao risco de deslizamento da última hora. Ao passar o mouse pelos pontos é mostrada uma caixa de texto, figura 4 círculo vermelho, com a indicação do Município, código e nome da estação que forneceu dados para o cálculo, a descrição do produto, o valor do Risco resultado da equação exponencial e a data e hora da consulta.

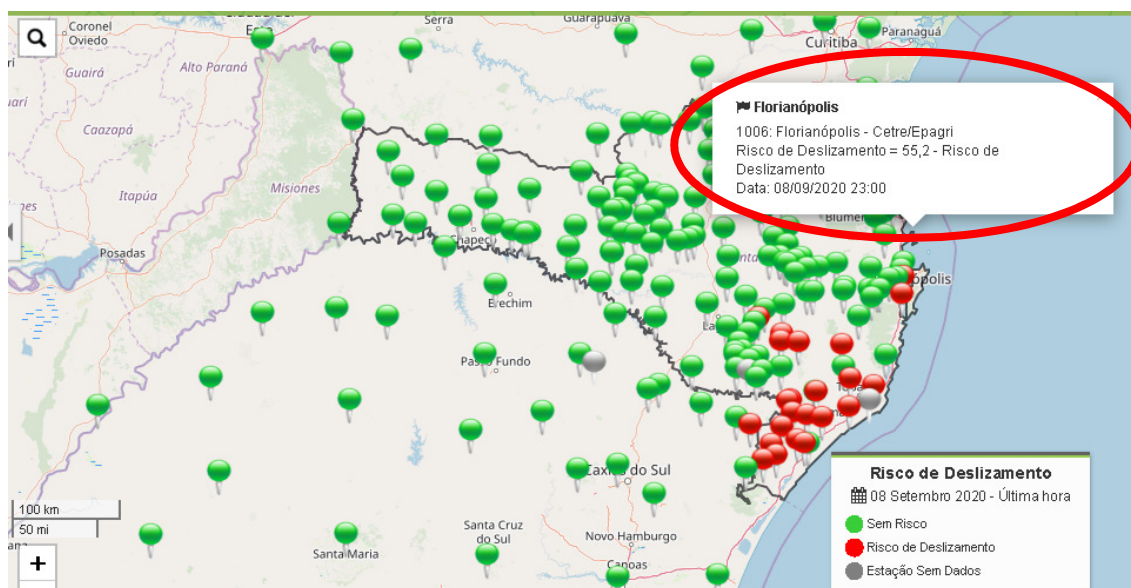


Figura 4. Mapa com pontos de ocorrência ou não de deslizamento na última hora, no caso a consulta foi realizada no dia 08/09/2020 entre 23:30 e 23:59.

4.2 – Últimas 24hrs: Os pontos mostrados no mapa, figura 5 (a), indicam onde nas últimas 24 horas ocorreu ou não risco de deslizamento. Se aparecer ponto vermelho significa que em pelo menos uma hora, nas últimas 24 horas, ocorreu risco de deslizamento. O ponto verde significa sem ocorrência do risco. Ao passar o mouse pelos pontos é mostrada uma caixa de texto, figura 5 (a), com a indicação do Município, código e nome da estação que forneceu dados para o cálculo, a contagem das horas com Risco de Deslizamento no período das últimas 24 horas a partir da data e hora da consulta.

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

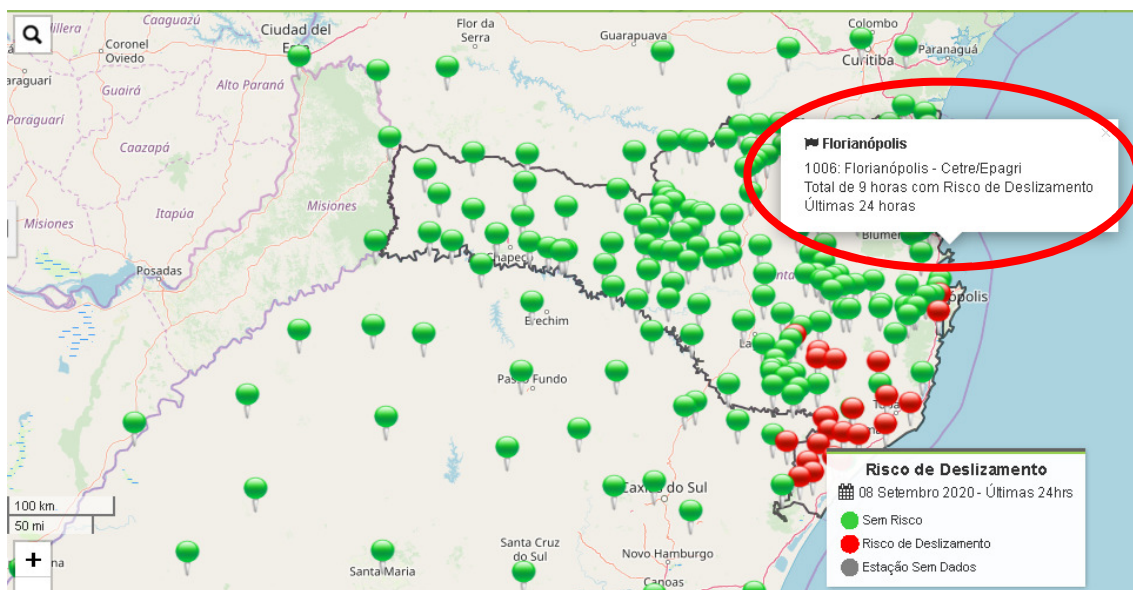


Figura 5 (a). Mapa com pontos de ocorrência ou não de deslizamento nas últimas 24 horas realizada no dia 08/09/2020 entre 23:30 e 23:59 horas.

DADOS RISCO DESLIZAMENTO

Florianópolis - Cetre/Epagri : 1006

Monitoramento Só Alertas Deslizamentos

Salva Tabela

Data	Alerta	Precip.24hrs(mm)	Precip.96hrs(mm)
08/09/2020 23:00	Risco de Deslizamento	62.8	113.4
08/09/2020 22:00	Risco de Deslizamento	70	112.6
08/09/2020 21:00	Risco de Deslizamento	72.4	109
08/09/2020 20:00	Risco de Deslizamento	71.2	105.6
08/09/2020 19:00	Risco de Deslizamento	70	101.8
08/09/2020 18:00	Risco de Deslizamento	68.8	98.4
08/09/2020 17:00	Risco de Deslizamento	67.2	95
08/09/2020 16:00	Risco de Deslizamento	66.6	92.2
08/09/2020 15:00	Risco de Deslizamento	66.8	89.4
08/09/2020 14:00	Sem Risco	64.8	86.4
08/09/2020 13:00	Sem Risco	64	84.2
08/09/2020 12:00	Sem Risco	65.6	81.2
08/09/2020 11:00	Sem Risco	63.6	79
08/09/2020 10:00	Sem Risco	62.8	77.4
08/09/2020 09:00	Sem Risco	64	77
08/09/2020 08:00	Sem Risco	65	76.8
08/09/2020 07:00	Sem Risco	64.8	76
08/09/2020 06:00	Sem Risco	66.2	75.2
08/09/2020 05:00	Sem Risco	61.2	69.6
08/09/2020 04:00	Sem Risco	61.6	69.6
08/09/2020 03:00	Sem Risco	61.8	69.4
08/09/2020 02:00	Sem Risco	61.2	68.8
08/09/2020 01:00	Sem Risco	53.4	60.8
08/09/2020 00:00	Sem Risco	46.6	54

Figura 5 (b). Tabela com de ocorrência ou não de deslizamento nas últimas 24 horas, no caso a consulta foi realizada no dia 08/09/2020 entre 23:30 e 23:59 horas com total de 9 horas com Risco de Deslizamento e 15 horas Sem Risco.

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

5 – Exemplo de aplicação

No exemplo a seguir, tomou-se como data de referência o período de 07/09/2020 à 09/09/2020. Nesta data foi registrada a passagem de uma frente fria pelo estado de Santa Catarina.

Na figura 6 pode-se observar a progressão do índice de risco de deslizamento causado pela passagem da frente fria. A passagem da situação de “Sem Risco” para “Risco de Deslizamento” aconteceu às 15:00 h. do dia 08 e ficou com em alerta até as 23:00 h. do mesmo dia).

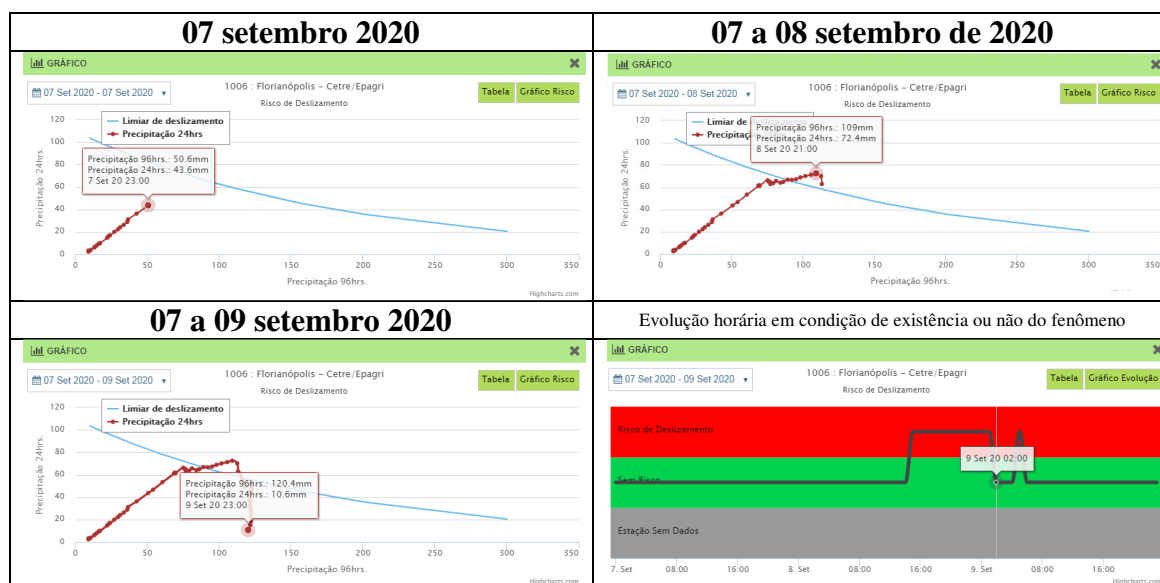


Figura 6. Evolução do risco de deslizamento registrado no dia 08/09/2020, entre 15:00 e 23:00.

É relevante salientar que o risco de deslizamento também denominados de movimentos de massa ou ainda “*debiflow*” é calculado com base em um modelo matemático empírico e não leva em consideração cobertura do solo, inclinação e comprimento dos taludes, classificação e profundidade das diversas camadas do solo, a capacidade de retenção de umidade pelo solo. A descrição detalhada do Índice de Risco de Deslizamento pode ser consultada em TATIZANA et al. 1987 e SANTORO et. al., 2010.

Na Figura 7 (a), (b), (c), (d) e (e) é apresentada a interface do sistema Agroconnect (disponível em <http://www.ciram.sc.gov.br/agroconnect/#>), com destaque para a seleção do ponto de interesse e para o gráfico de evolução do risco de deslizamento.

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf

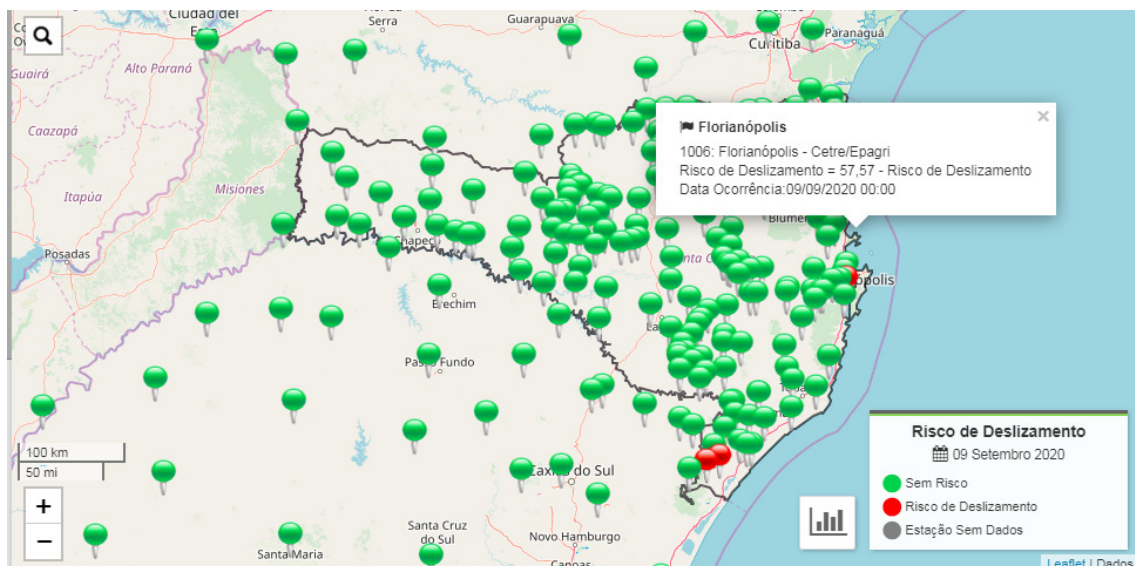


Figura 7 (a) - Distribuição da rede de estações meteorológicas representado a situação horária do risco de deslizamento tendo a estação escolhida acionada por um “clik” do “mouse” representada por um (balão).

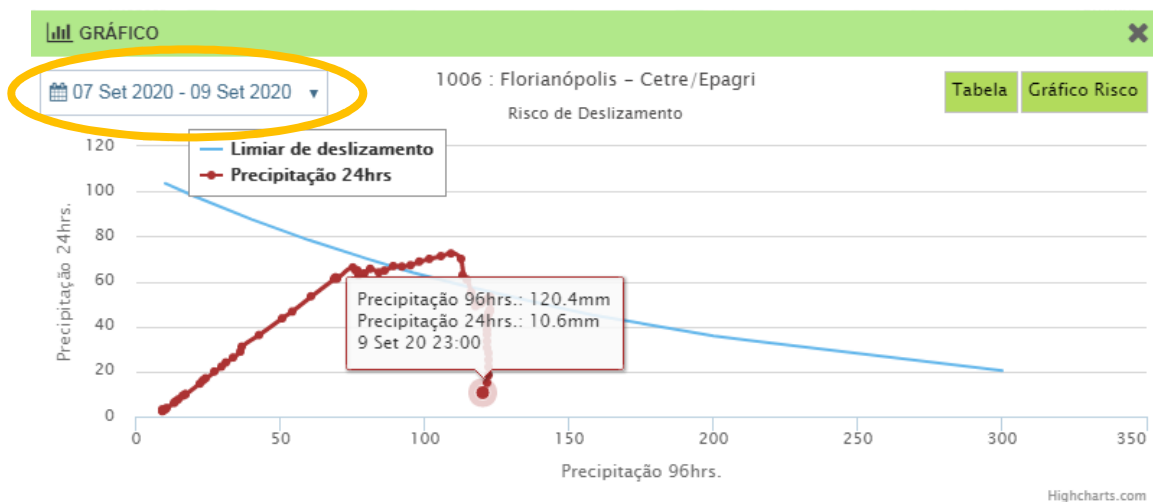



Figura 7 (b) - Evolução horária do risco de deslizamento relacionada à estação escolhida com um “clik” sobre o símbolo  na parte inferior da “tela” na figura 7 (a). O período de dados pode ser alterado no calendário, “círculo laranja”.

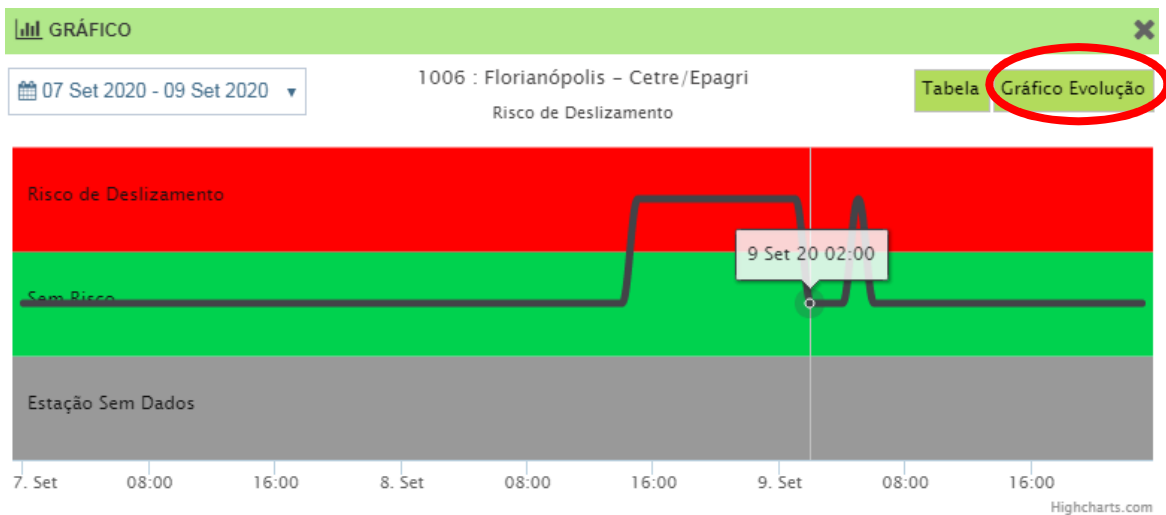


Figura 7 (c). Interface do risco de deslizamento disponível na plataforma Agroconnect, com destaque para a seleção do ponto de interesse e para o gráfico de evolução do risco de deslizamento. A figura 7 (b) e 5 (c) podem ser alternadas com um “clik” no link no círculo vermelho “Gráfico Evolução” no lado direito no canto superior.

Data	Alerta	Precip.24hrs(mm)	Precip.96hrs(mm)
09/09/2020 23:00	Sem Risco	10.6	120.4
09/09/2020 22:00	Sem Risco	11.4	120.8
09/09/2020 21:00	Sem Risco	15	121.6
09/09/2020 20:00	Sem Risco	18.4	122.2
09/09/2020 19:00	Sem Risco	22	122.4
09/09/2020 18:00	Sem Risco	25.2	122.4
09/09/2020 17:00	Sem Risco	28.2	122.2
09/09/2020 16:00	Sem Risco	30.6	121.8
09/09/2020 15:00	Sem Risco	33.4	121.8
09/09/2020 14:00	Sem Risco	36.4	121.8
09/09/2020 13:00	Sem Risco	38.6	121.8
09/09/2020 12:00	Sem Risco	41.6	121.8
09/09/2020 11:00	Sem Risco	43.8	121.8

Figura 7 (d). Tabela dos alertas de risco de deslizamento hora a hora do período de dias selecionado no calendário mostrado no círculo laranja na figura 7 (b) ou (c). A tabela por ser salva, em formato excel, clicando no botão “Salva Tabela”.

[Monitoramento](#)

[Só Alertas Deslizamentos](#)

Data	Alerta	Precip.24hrs(mm)	Precip.96hrs(mm)
08/09/2020 05:00	Risco de Deslizamento	53.2	122.8
09/09/2020 01:00	Risco de Deslizamento	55.2	116
09/09/2020 00:00	Risco de Deslizamento	60.8	114.8
08/09/2020 23:00	Risco de Deslizamento	62.8	113.4
08/09/2020 22:00	Risco de Deslizamento	70	112.6
08/09/2020 21:00	Risco de Deslizamento	72.4	109
08/09/2020 20:00	Risco de Deslizamento	71.2	105.6
08/09/2020 19:00	Risco de Deslizamento	70	101.8
08/09/2020 18:00	Risco de Deslizamento	68.8	98.4
08/09/2020 17:00	Risco de Deslizamento	67.2	95
08/09/2020 16:00	Risco de Deslizamento	66.6	92.2
08/09/2020 15:00	Risco de Deslizamento	66.8	89.4

Figura 7 (e). Tabela somente com as horas com risco de deslizamento do período de dias selecionado no calendário. As tabelas mostradas na figura 7 (d) e 5 (e) podem ser alternadas com um “*clik*” no link Monitoramento e Só Alertas Deslizamento localizando na parte superior da tela.

5 – Referências bibliográficas

TATIZANA, C. et al. Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar, Município de Cubatão. **V Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**, v.2, 1987.p.225-236. São Paulo. ABGE.

SANTORO, J., MENDES R. M., PRESSINOTTI R. M. M. N., MANUEL G. R. Correlação entre chuvas e deslizamentos ocorridos durante a operação do plano preventivo de defesa civil em São Paulo, SP. **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Ambiental**, 7, 2010, Maringá, Anais eletrônicos, CD-ROM, p.1-15. 2010.

VIEIRA, H.J.; MISZINSKI, J.; BLAINSKI, É. Risco de deslizamentos: Fórmula empírica. Florianópolis – SC: Epagri, 2020. 10p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

Disponível em:

https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/agroconnect/boletins/Metodologia_Risco_Deslizamento.pdf