

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Igor Vinicius Reynaldo Tibúrcio

**Modelagem Hidrológica em Ambiente Cárstico de uma parcela da
Bacia do Rio Santa Catarina**

Florianópolis

2021

Igor Vinicius Reynaldo Tibúrcio

**Modelagem Hidrológica em Ambiente Cárstico de uma parcela da
Bacia do Rio Santa Catarina**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.
Orientador: Prof. Davide Franco, Dr.
Coorientador: Prof. Nilson Guiguer, Dr.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra

Tibúrcio, Igor Vinicius

Modelagem Hidrológica em Ambiente Cárstico de uma parcela da Bacia do Rio Santa Catarina / Igor Vinicius Tibúrcio ; orientador, Davide Franco, coorientador, Nilson Guiguer, 2021.
168 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental,
Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Rio Santa Catarina. 3. Modelagem Hidrológica. 4. Recarga. 5. MIKE SHE. I. Franco, Davide. II. Guiguer, Nilson. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

Igor Vinicius Reynaldo Tibúrcio

**Modelagem Hidrológica em Ambiente Cárstico de uma parcela da
Bacia do Rio Santa Catarina**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Sanitarista e Ambiental” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

Florianópolis, 22 de junho de 2021.

Prof. Maria Elisa Magri, Dr.
Coordenadora do Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Davide Franco, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Nilson Guiguer, Dr.
Coorientador
Water Services and Technologies

Banca Examinadora:

Prof. Pedro Luiz Borges Chaffé, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Edmar Eufrasio Araujo, Me.
Nexa Resources

Este trabalho é dedicado à minha família e a todos os pesquisadores brasileiros como um ato de resistência.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, todo e qualquer agradecimento vai a meus pais por terem sempre me apoiado e me dado suporte nessa longa caminhada na academia. Os amo incondicionalmente e os admiro. Agradeço também a todos aqueles que construíram e mantêm a ciência brasileira, em especial a Universidade Federal de Santa Catarina, que foi minha casa durante muitos anos. Quero agradecer em especial a meu orientador Davide Franco, por ter me apoiado nos momentos mais difíceis do projeto. Quero agradecer ao Nilson Guiguer pela coorientação, pelo acesso aos recursos e por ter possibilitado minha participação em um trabalho de campo na região de Vazante-MG, que despertou meu interesse e curiosidade no local. Tal trabalho de campo inspirou a elaboração deste TCC.

Quero agradecer a todos os políticos que estão se doando contra a crise sanitária, educacional e política do nosso país. Por fim, um último agradecimento àqueles que conseguiram de alguma forma ajudar ao próximo.

“Three centuries after the Enlightenment, we should not have to defend the case for rationality in public life, but we do have to... because, fundamentally the laws of nature don't care whether we choose to accept them or not, so we'd better know what they are and plan accordingly.” (KIRCHNER, 2016)

RESUMO

O presente trabalho objetiva estimar a recarga e a vazão a partir dos dados de precipitação da bacia do Rio Santa Catarina através de um modelo no software MIKE SHE. O trabalho realizado partiu da análise das precipitações locais medidas a partir das estações pluviométricas. Em um segundo momento, foi realizada a análise de correlação não paramétrica dos dados do produto CHIRPS com os dados medidos em três estações pluviométricas na área de estudo. O resultado foi de 47%, 83% e 93% para as escalas diária, semanal e mensal. Apesar dos bons resultados de correlação com os valores medidos, os resultados de índice Kling-Gupta Efficiency não foram superiores aos obtidos utilizando a precipitação medida nas estações. O modelo no MIKE SHE foi calibrado pelos parâmetros α , n e K_s dos solos e parâmetros das zonas de escoamento. O modelo calibrado resultou em valores de KGE de 0,54, 0,65 e 0,57 para as estações pluviométricas Carranca, Carrapato e Montanhesa, respectivamente. Para as estações Ranchinho e Rochedo, as vazões simuladas foram superestimadas e não representaram adequadamente a realidade. Os valores de recarga foram estimados a partir do modelo rodado com parâmetros calibrados, possivelmente subestimados, principalmente na região de abrangência do solo LVe. A recarga estimada para o ano médio na bacia corresponde a 678 mm, correspondendo a 54% do total de precipitação na bacia.

Palavras-chave: Rio Santa Catarina. Modelagem Hidrológica. Recarga.

ABSTRACT

The present work aims to estimate the recharge and discharge using precipitation data on the Santa Catarina River basin. The work carried out started from the analysis of local precipitation measured from the pluviometric stations. A non-parametric correlation analysis of CHIRPS estimations was performed. The result was 47%, 83% and 93% of correlation for the daily, weekly and monthly scales. Despite the good correlation results with the measured values, the Kling-Gupta Efficiency index results were not superior to those obtained using the rainfall measured at the stations. The MIKE SHE model was calibrated. The calibrated parameters were α , n and K_s from soils and the parameters of the runoff zones. The KGE results of calibrated model were 0.54, 0.65 e 0.57 for the Carranca, Carrapato and Montanhesa fluviometric stations, respectively. For the Ranchinho and Rochedo stations, the simulated flows were overestimated and did not adequately represent the reality. The recharge values were estimated from the calibrated model. Recharge was possibly underestimated, mainly in the region covered by the LVe soil. The estimated recharge for the average year was 678 mm, representing 54% from total rainfall.

Keywords: Santa Catarina River. Hydrologic Modeling. Recharge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema ilustrativo de ambientes cársticos.....	18
Figura 2. Tipos litológicos da Bacia do Rio Santa Catarina.....	19
Figura 3. Processos hidrológicos simulados pelo MIKE SHE.....	21
Figura 4. Esquema de escoamento superficial em um plano.....	24
Figura 5. Diagrama do fluxo de trabalho.....	27
Figura 6. Mapa de localização.....	28
Figura 7. Vista da grade 50m x 50m do modelo e das células verticais de 20 cm da zona não saturada, em um zoom na área da exutória.....	31
Figura 8. Mapa de elevação.....	32
Figura 9. Área de abrangência das estações fluviométricas.....	33
Figura 10. Distribuição dos solos simplificada na área de estudo.....	35
Figura 11. Distribuição da vegetação e uso do solo na área de estudo.....	36
Figura 12. Média do índice de área foliar para cada classe de vegetação.....	38
Figura 13. Distribuição espacial da profundidade radicular na área de estudo.....	39
Figura 14. Evapotranspiração de referência.....	40
Figura 15. Precipitações diárias nas estações pluviométricas.....	41
Figura 16. Distribuição das estações pluviométricas.....	42
Figura 17. Áreas de Escoamento utilizadas no modelo.....	43
Figura 18. Distribuição das dolinas com capacidade drenante.....	45
Figura 19. Ano médio hidrológico entre 2013 e 2019 para a área de estudo, com intervalo de confiança de 95%.....	49
Figura 20. Distribuição dos dados do produto CHIRPS em relação as estações pluviométricas nas escalas temporais diária (acumulado diário), médias semanal e mensal.....	49
Figura 21. Precipitação anual acumulada entre 2013 e 2019 pelo produto CHIRPS.....	51
Figura 22. Valores de KGE para os modelos rodados com as fontes de precipitação CHIRPS e estações pluviométricas, agrupados diária, semanal e mensalmente.....	53
Figura 23. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Carranca, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.....	53
Figura 24. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Carrapato, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.....	54
Figura 25. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Montanhesa, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.....	55

Figura 26. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Ranchinho, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.....	56
Figura 27. Hidrogramas das médias semanais de vazão na estação Rochedo, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.....	57
Figura 28. Recarga média anual para o período de 2014 a 2019.....	58
Figura 29. Recarga média mensal para o período de 2014 a 2019.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Bibliotecas Python utilizadas.....	29
Quadro 2. Classes de vegetação e fontes de informação	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros do solo utilizados no modelo.	34
Tabela 2. Profundidade radicular estimada.	38
Tabela 3. Limites de valores permitidos para a calibração.....	45
Tabela 4. Correlações de Spearman entre estações. Resultados com $p = 0,00$ em todos os valores.....	48
Tabela 5. Índice KGE e seus parâmetros para os dados do produto CHIRPS e estações pluviométricas entre 2013 e 2019.....	50
Tabela 6. Índice KGE e variáveis para as estações Carranca e Carrapado	52
Tabela 7. Índice KGE e variáveis para a estação Montanhaesa.....	54
Tabela 8. Parâmetros do solo para modelo não calibrado e calibrado.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA Agência Nacional das Águas

CHIRPS Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

KGE Kling-Gupta Efficiency

SNIRH Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	PRODUTO DISTRIBUÍDO DE ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO	17
2.2	DOLINAMENTOS NA REGIÃO DE VAZANTE	17
2.3	MODELOS HIDROLÓGICOS	19
2.4	O SOFTWARE MIKE SHE	21
2.4.1	Evapotranspiração.....	22
2.4.2	Escoamento Superficial.....	23
2.4.3	Dinâmica na zona não saturada	25
2.4.4	Representação de ambientes cársticos no software MIKE SHE	26
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.2	SOFTWARES UTILIZADOS.....	29
3.3	OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DO PRODUTO CHIRPS.....	30
3.4	DEFINIÇÕES E COMPONENTES DA MODELAGEM	30
3.4.1	Definição da Grade do Modelo.....	31
3.4.2	Elevação	31
3.4.3	Delimitação da Bacia	32
3.4.4	Zona Não Saturada.....	33
3.4.5	Vegetação Local	36
3.4.5.1	<i>Índice de Área Foliar.....</i>	37
3.4.5.2	<i>Profundidade Radicular</i>	38

3.4.6	Evapotranspiração.....	39
3.4.6.1	<i>Evapotranspiração de Referência</i>	39
3.4.6.2	<i>Parâmetros de evapotranspiração</i>	40
3.4.7	Precipitação	40
3.4.8	Escoamento Superficial.....	42
3.4.9	Representação das Dolinas	44
3.5	CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO	45
3.6	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E EFICIÊNCIA	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
4.1	ANÁLISE DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO	47
4.1.1	Análise dos dados do produto CHIRPS.....	49
4.2	MODELO HIDROLÓGICO	51
4.2.1	Calibração	51
4.2.2	Validação	54
4.2.3	Considerações Sobre o Resultado da Calibração	55
4.2.4	Trecho com Dolinas	56
4.2.5	Estimativa de Recarga Distribuída na Bacia	57
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	59
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICE A – Índices de Área Foliar entre 2013 e 2019.....	15
	APÊNDICE B – Distribuição dos Solos da Área de Estudo	15
	ANEXO A – Dados Diários de Precipitação.....	15

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos desempenham um papel fundamental na história do desenvolvimento humano. Com o aumento da população diante das revoluções tecnológicas e agrícolas, a demanda hídrica e de demais recursos aumentaram de forma significativa. Igualmente, como consequência da urbanização e da necessidade crescente de recursos, fatores que influenciam na dinâmica hidrológica sofreram alterações (CEOLA; MONTANARI; KOUTSOYIANNIS, 2014; PIMENTEL et al., 2007). Tais alterações, por sua vez, desencadearam mudanças na vazão de rios no comportamento de bacias hidrográficas (XU et al., 2013; ZHANG et al., 2016). Alguns aspectos de que influenciam na vazão de cursos hídricos podem estar relacionados a geologia local, como no caso da Bacia do Rio Santa Catarina (BONACCI, 2004; NINANYA et al., 2018).

A Bacia do Rio Santa Catarina está localizada no noroeste de Minas Gerais e faz parte da grande bacia do Rio São Francisco. Diversos estudos hidrogeológicos foram publicados para a área nas últimas duas décadas, devido a atividade de mineração na área de Vazante, da complexidade da geologia local e das consequências da mineração em termos hídricos. A região de Vazante apresenta formações rochosas com características cársticas. Tais ambientes propiciam o surgimento de dolinas, cavernas e bolsões subterrâneos (BITTENCOURT; BESSA; ARAÚJO, 2008; BITTENCOURT; DOS REIS NETO, 2012; NINANYA et al., 2018). A influência das conexões cársticas na bacia é um ponto de complexidade na compreensão dos aspectos hidrológicos locais.

Apesar da quantidade de estudos hidrogeológicos existentes, poucos estudos hidrológicos foram publicados sobre o local. Não há estimativas de recarga totalmente distribuídas para a área de estudo. Nos entornos da bacia, há poucas informações disponíveis de pluviometria pela Rede Hidrometeorológica Nacional. A carência de dados de precipitação adequadamente distribuídos e a falta de estimativas distribuídas de recarga são fatores que limitam a elaboração de estudos hidrológicos e hidrogeológicos mais precisos na área. O presente trabalho busca estimar a recarga e a vazão a partir da precipitação na parcela oeste da Bacia do Rio Santa Catarina através de um modelo numérico.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho estão discriminados nas seções abaixo.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho estimar a recarga e a vazão a partir da precipitação na parcela oeste da Bacia do Rio Santa Catarina através de um modelo numérico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- i. Avaliar a precipitação na bacia através das estações pluviométricas.
- ii. Avaliar o ajuste de dados de precipitação mensurados via satélite para a área de uma parcela da bacia do Rio Santa Catarina e possíveis impactos na modelagem hidrológica.
- iii. Elaborar um modelo hidrológico e calibrar.
- iv. Gerar estimativa distribuída de recarga para a área de estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUTO DISTRIBUÍDO DE ESTIMATIVAS DE PRECIPITAÇÃO

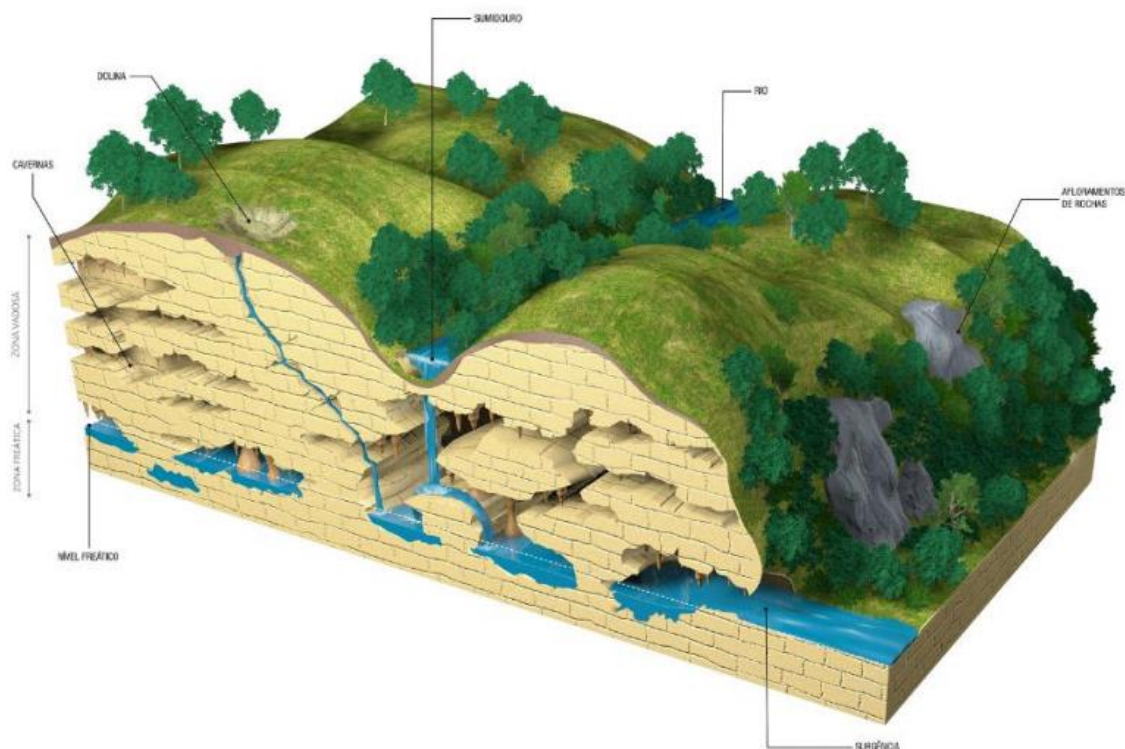
Um dos produtos amplamente conhecidos e utilizados no mundo para estimativas de precipitação distribuídas é o banco de dados CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data*) (PANG et al., 2020; RIVERA; HINRICHS; MARIANETTI, 2019; SOARES CRUZ et al., 2018). O banco de dados CHIRPS foi iniciado em 1981 e ainda está em funcionamento. O processo de geração de dados do CHIRPS envolve o uso de dados de satélites e de estações. O resultado é um produto com precisão de 0,05° (~5 km) de resolução espacial, com resolução temporal diária (FUNK et al., 2015). O projeto é executado e mantido pela Universidade da Califórnia – Santa Barbara.

Costa et al. (2019) realizou um trabalho de análise das estações meteorológicas do CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos) para todo o Brasil. O índice de correlação variou mês a mês, com erros absolutos altos principalmente para a região Centro-Oeste. Katsanos et al. (2016) realizou comparação dos dados do produto com dados *in situ* de um período de 30 anos na República de Chipre com frequência mensal e anual. A conclusão dos autores foi que os dados representaram bem a precipitação na ilha, apesar de superestimar as precipitações na última década.

2.2 DOLINAMENTOS NA REGIÃO DE VAZANTE

Ambientes cársticos são ambientes com rochas hidrossolúveis que propiciam o surgimento de cavernas, dolinas e bolsões subterrâneos (FORD; WILLIAMS, 2007). Ambientes de carstificação também potencializam a formação de verdadeiros dutos ramificados e complexos que interligam as águas superficiais subterrâneas. Tal fenômeno é ilustrado na Figura 1.

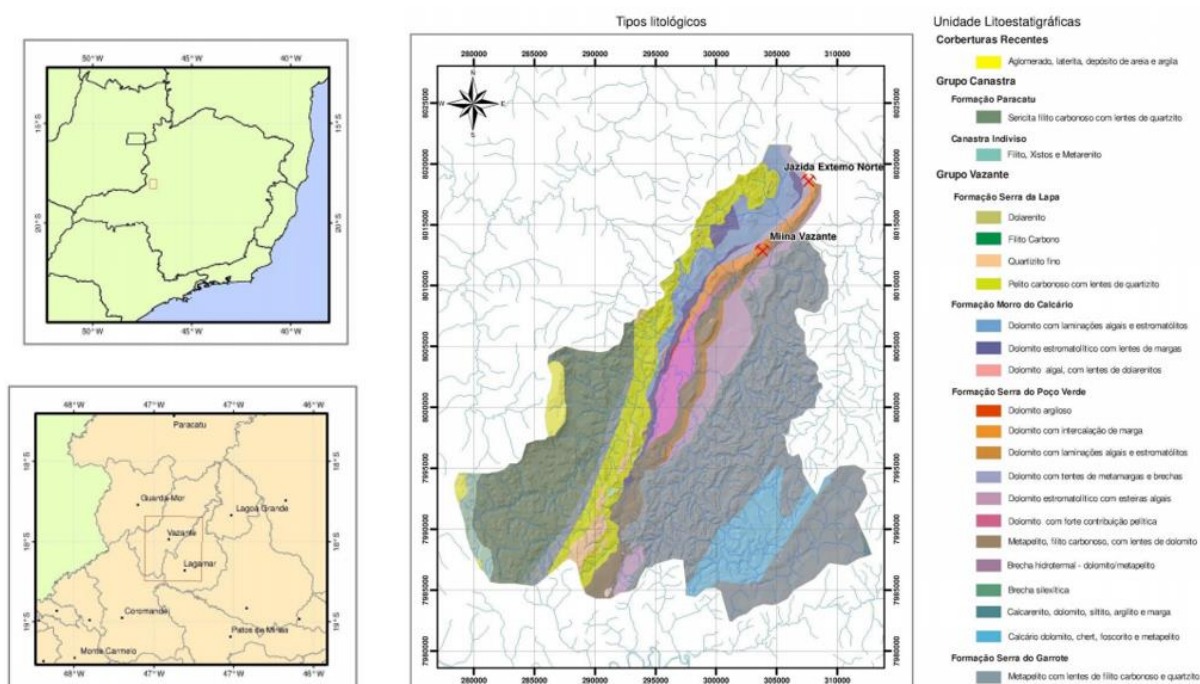
Figura 1. Esquema ilustrativo de ambientes cársticos.



Fonte: Auler e Souza (2017) apud Araújo (2018).

A região de Vazante está contida em um local de avançada carstificação de metadolomitos – rochas compostas principalmente por dolomita – presentes na região do Grupo Vazante (PESSOA; FERNANDES; KIMURA, 2012). No município de Vazante, onde também a mina subterrânea exerce suas atividades, há ocorrência de dolinas, cavernas e sumidouros, alguns dos quais estão situados no leito do rio Santa Catarina (BITTENCOURT; DOS REIS NETO, 2012; CRUZ, 2014). A distribuição litológica da Bacia do Rio Santa Catarina está disposta na Figura 2.

Figura 2. Tipos litológicos da Bacia do Rio Santa Catarina.



Fonte: Adaptado de Pessoa et al. (2012).

2.3 MODELOS HIDROLÓGICOS

Segundo Tucci (apud SANTOS, 2009), um modelo hidrológico é uma ferramenta que objetiva a representação dos processos que ocorrem em determinada bacia hidrográfica e permite prever consequências atreladas aos fatores observados. Allaby (apud TALHA et al., 2016) define modelo hidrológico como a caracterização de fenômenos e sistemas hidrológicos reais pelo uso de modelos físicos de pequena escala e simulações computacionais. Já Moradkhanti e Sorooshian (2009) consideram modelos hidrológicos como caracterizações simplificadas do sistema do mundo real. É possível, portanto, compreender a modelagem hidrológica como uma ferramenta de previsão baseada na realidade.

A busca pela caracterização dos problemas reais tornou os modelos hidrológicos uma opção atrativa para resolver problema de engenharia ambiental, proteção de cheias e gerenciamento de recursos hídricos (MONTANARI, 2011). Como Linsley (1986) aborda em seu artigo sobre cheias, diversos trabalhos foram publicados como proposição de métodos tanto complexos quanto simples aplicados a hidrologia. O mesmo autor cita o ainda muito utilizado método racional para análise de vazões em bacias, que leva em consideração a precipitação, coeficiente de deflúvio e área da bacia hidrográfica.

De acordo com Burges (1986), com o avanço dos meios computacionais e da capacidade de processamento de dados, a utilização de métodos mais complexos e que demandam maior quantidade de informação foi se tornando possível. Singh (2018) aborda que o acesso a ferramentas de sensoriamento remoto, o desenvolvimento de ferramentas GIS, de redes neurais artificiais e de novas teorias proporcionaram um amadurecimento da hidrologia tanto em aprofundamento das teorias e técnicas (verticalmente) como no desenvolvimento de novas (horizontalmente). Tais avanços permitiram o desenvolvimento de modelos hidrológicos numéricos robustos usados nos dias de hoje.

Os modelos hidrológicos podem ser classificados como determinísticos e estocásticos. Devia, Ganasri e Dwarakish (2015) conceituam modelos determinísticos como modelos que proporcionam o mesmo resultado de saída para um único conjunto de dados de entrada, enquanto modelos estocásticos podem produzir valores diferentes a partir de um único conjunto de dados.

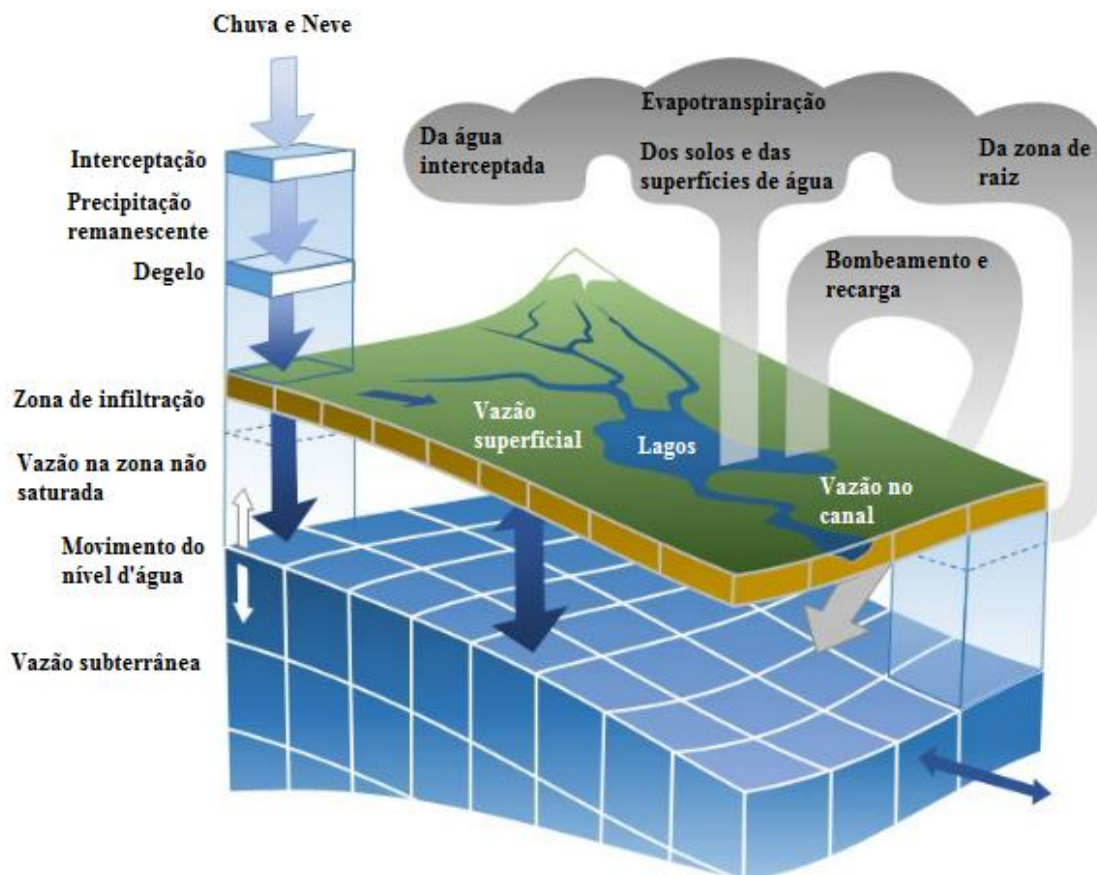
Os autores supracitados mencionam outra forma de classificação, baseada na abordagem do problema. Essa classificação se subdivide em modelos empíricos, conceituais e fisicamente baseados. De acordo com os mesmos autores, modelos empíricos são modelos que utilizam informações de dados existentes sem considerar processos hidrológicos. Nos modelos conceituais são descritos todos os componentes dos processos hidrológicos, é utilizada matemática simplificada e cada componente do ciclo hidrológico é representada como uma zona de armazenamento que se interconecta com os outros componentes. Modelos fisicamente baseados representam os diferentes processos hidrológicos através das equações de massa, momento e conservação da energia (DEVIA; GANASRI; DWARAKISH, 2015; JAISWAL; ALI; BHARTI, 2020).

A abordagem fisicamente baseada permite estimar dados considerando a variação espacial das variáveis de entrada, enquanto modelos hidrológicos conceituais concentrados (*lumped*) restringem esta análise espacial. Segundo Refsgaard (1990), problemas hidrológicos tradicionais de avaliação de recursos hídricos e previsão de cheias são suficientemente descritos por modelos conceituais concentrados. Porém, ferramentas mais avançadas são necessárias para resolver os demais problemas. Dentre esses problemas podemos mencionar a estimativa da recarga de um aquífero, dado fundamental para modelagem hidrogeológica, especialmente em áreas com alta demanda de recursos hídricos (DE SOUZA et al., 2019).

2.4 O SOFTWARE MIKE SHE

O modelo hidrológico MIKE SHE é um modelo fisicamente baseado e distribuído, desenvolvido pelas necessidades de soluções distribuídas para problemas causados pelo impacto da atividade humana no ciclo hidrológico (ABBOTT et al., 1986). O início do desenvolvimento ocorreu em 1976, fruto de um trabalho conjunto entre a dinamarquesa DHI (*Danish Hydraulic Institute*), o *British Institute of Hydrology* e a francesa SOGREAH (*Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques*) (ABBOTT et al., 1986). O software hoje é proprietário e mantido pela DHI. O modelo é um dos mais utilizados dentre os fisicamente baseados e contempla matematicamente a maior parte dos processos que ocorrem no ciclo hidrológico (CHRISTIAN REFSGAARD; STORM; CLAUSEN, 2010; MA et al., 2016). Os processos hidrológicos simulados pelo modelo estão representados na Figura 3.

Figura 3. Processos hidrológicos simulados pelo MIKE SHE.



Fonte: Adaptado de DHI (2017).

A representação das características da bacia feita através da discretização em elementos quadrados que constituem uma malha. Essa discretização proporciona a representação numérica especializada dos fenômenos de precipitação, evapotranspiração, interceptação, cobertura do solo, características do solo e elevação (THOMPSON et al., 2004). As principais metodologias implementadas no modelo, que foram utilizados para a simulação deste trabalho, são abordados brevemente nos itens posteriores. Os detalhes das formulações utilizadas estão dispostos nos volumes do manual de usuário do software (DHI, 2017a, 2017b).

2.4.1 Evapotranspiração

Historicamente, o processo de estimar a evapotranspiração foi de certa forma frustrante para diversos autores importantes, como Penman e Symons, devido à complexidade dos fatores envolvidos em tais estimativas (WARD, 1971). No modelo, os processos de evapotranspiração são discretizados e modelados na seguinte ordem:

1. A porção da chuva que é interceptada e evapora;
2. A porção de água remanescente que chega ao solo, produzindo escoamento superficial e a percolação para a zona não saturada;
3. Parte da água infiltrada, localizada na parte superior da zona de raiz, é evaporada ou transpirada a partir das raízes das plantas;
4. A fração de água restante que recarrega o aquífero na zona saturada e não é evapotranspirada;

A equação base da evapotranspiração é baseada nas equações empíricas de Kristensen e Jensen (1975). A equação de Kristensen e Jensen leva em conta a interceptação, capacidade do campo, capacidade de secagem do solo na zona de raiz, evapotranspiração potencial (EP), precipitação e índice de área foliar (i.e. *Leaf Area Index*). Ainda, considera as constantes empíricas C_1 , C_2 e C_3 .

A capacidade do solo e capacidade de secagem do solo (i.e. ponto de secagem) são estimadas a partir das equações de condutividade hidráulica e curva de retenção de umidade (DE OLIVEIRA; RAMOS; DE AQUINO, 2015). As curvas podem ser geradas através das equações de van Genuchten (1980), implementadas no software Rosetta (SCHAAP; LEIJ; VAN GENUCHTEN, 2001). Também, podem ser estabelecidas através de dados tabelados por análises laboratoriais (DHI, 2017a).

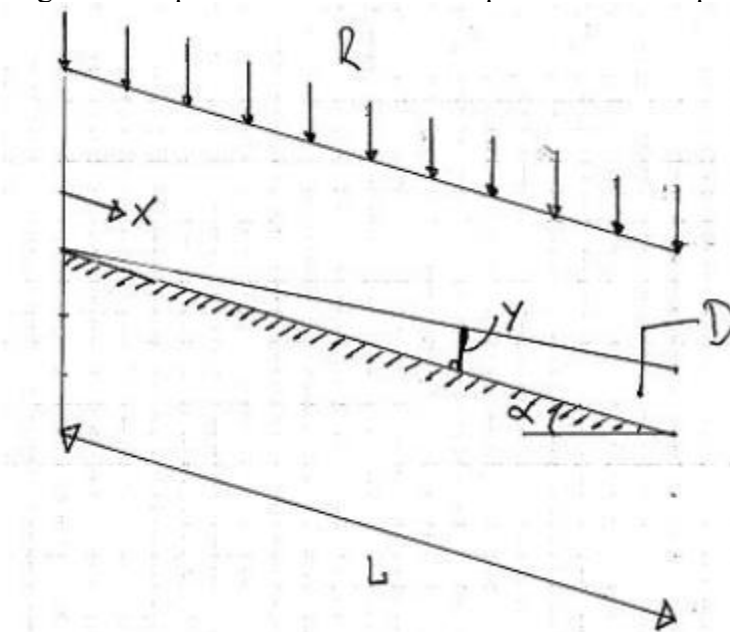
A equação modificada utilizada pelo MIKE SHE utiliza evapotranspiração de referência (ET_0) - estimada a partir da equação de FAO/Penman-Monteith - no lugar da evapotranspiração potencial (ALLEN et al., 1998). Para o cálculo da extração de água pelas raízes, é considerada uma constante chamada AROOT, que descreve a distribuição de massa da raiz. A equação final de evapotranspiração atual é a soma das componentes, detalhadas no manual, de evapotranspiração em neve (quando cabível), interceptada, a partir de poças d'água, da zona não saturada e da zona saturada (quando cabível) (DHI, 2017b).

2.4.2 escoamento Superficial

A parcela de água que não evapora, não é transpirada pelas plantas e não sofre infiltração é acumulada sobre o solo. Essa acumulação, dependendo do relevo, pode dar origem ao fenômeno de escoamento superficial. O modelo proporciona duas formas de cálculo de escoamento superficial: pelo método simplificado de sub-bacias e pelo método das diferenças finitas.

Quando há interesse na análise distribuída de vazões, o método recomendado é o de diferenças finitas (DHI, 2017a). No método de diferenças finitas, a abordagem por diferenças finitas é utilizada para resolver a matriz de equações de balanço de massa e de quantidade de movimento de St. Venant, aproximado por ondas difusas (DHI, 2017b). Quando o objetivo da análise são vazões regionais, o manual propõe a utilização do método simplificado de sub-bacias. O método simplificado de sub-bacias utiliza a relação empírica entre profundidade do nível d'água para o escoamento e detenção superficial de água, juntamente com as equações de Manning descrevendo a vazão em condições turbulentas (CRAWFORD; LINSLEY, 1966 apud DHI, 2017b). A Figura 4 ilustra o mecanismo de escoamento superficial em um plano.

Figura 4. Esquema de escoamento superficial em um plano.



Fonte: Adaptado de DHI (2017b).

A precipitação chega no plano onde há acumulação em resposta à rugosidade da superfície e flui em direção ao declive na direção x , sentido positivo. Na figura, R [m] é a precipitação, y [m] é a profundidade de água local na superfície em qualquer ponto da superfície, D [m²] o armazenamento superficial retido antes do equilíbrio, L [m] o comprimento da superfície declivosa e α [m/m] a declividade (DHI, 2017b). A equação final utilizada para o cálculo do escoamento nessa metodologia está expressa na equação (1).

$$q = M * \sqrt{\alpha} * \left[\frac{D}{L} \left(1 + \frac{3}{5} * \left(\frac{D}{D_e} \right)^3 \right) \right]^{\frac{5}{3}} \quad (1)$$

Onde q [m²/s] é a vazão específica, M [$\frac{\sqrt[3]{m}}{s}$] o inverso do número de Manning e D_e [m²] o armazenamento superficial em equilíbrio (y constante no tempo) (DHI, 2017b).

2.4.3 Dinâmica na zona não saturada

A dinâmica na zona não saturada pode ser modelada por três métodos distintos em uma dimensão: através da equação de Richards, da vazão gravitacional ou por balanço hídrico em duas camadas. Apesar de métodos em uma dimensão terem sido implementados também em outros modelos, as vazões na zona não saturada estimadas em uma dimensão são geralmente não realistas e de pequenas aplicações práticas (ZHANG, 2002). Por outro lado, diversos modelos conhecidos foram elaborados utilizando esta solução, inclusive de órgãos governamentais norte-americanos (PECKHAM, 2009; USDA, 2005).

A equação de Richards descreve a dinâmica a partir das componentes gravitacional e de pressão e é indicado para quando há dinamismo na zona não saturada. A solução por vazão gravitacional considera somente a componente gravitacional nas estimativas de recarga, ou seja, desconsidera capilaridade. Tal método é indicado quando o interesse é apenas na variação temporal da recarga do aquífero. O método de balanço hídrico em duas camadas abstrai a zona não saturada em duas zonas distintas: zona de raiz e nível d'água. Este método é indicado quando o nível d'água é raso e a recarga é influenciada majoritariamente pela evapotranspiração na zona de raiz (DHI, 2017b).

Os dois primeiros métodos derivam da equação de fluxo volumétrico da lei de Darcy. O terceiro método mencionado é baseado nas equações de Yan e Smith (1994 apud DHI, 2017b). Computacionalmente, o método mais custoso é o da equação de Richards e o menos custoso é o método do balanço hídrico em duas camadas (DHI, 2017b). A equação de Richards para uma dimensão pode ser descrita como:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(\theta) \frac{\partial \Psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial K(\theta)}{\partial z} - S(z) \quad (2)$$

Onde θ [-] é a umidade volumétrica do solo, Ψ [m] é a componente de pressão, t [s] é o tempo, $K(\theta)$ [m/s] é a condutividade hidráulica na zona não saturada, z [m] é a distância do nível e $S(z)$ [1/s] é o termo de extração de água pela raiz (DHI, 2017b). Tanto a umidade do solo quando a condutividade hidráulica na equação (2) dependem da pressão. Para estimar os dois parâmetros, o modelo permite utilizar as equações de Van Genuchten. Tais equações são dependentes de cinco parâmetros: umidade residual (θ_r), umidade de saturação (θ_s), o inverso da franja capilar (α), coeficiente n e a condutividade hidráulica em saturação (K_s). Esses

coeficientes são determinados em ensaios de laboratório ou através de meios indiretos a partir das porcentagens de areia, argila e silte do solo.

2.4.4 Representação de ambientes cársticos no software MIKE SHE

Ambientes cársticos são característicos pela formação de rotas subterrâneas de água, cavernas, dolinas, afloramentos rochosos e grandes nascentes de água. Nesses locais, comumente ocorre a troca ativa de água do escoamento superficial e de rios com o ambiente subterrâneo através de dutos que se formam na formação rochosa (FORD; WILLIAMS, 2007). Jourde et al. (2007) concluiu que havia influência significativa do ambiente cárstico na dinâmica do rio Coulazou, que cruza o sistema cárstico Causse d'Aumelas, na França. O mesmo autor cita a ineficiência de modelos convencionais simplificados de chuva-vazão para explicar os fenômenos de inundação do sistema hídrico.

Janža (2010) utilizou o software MIKE SHE, com bons resultados, para representar a bacia de Rižana (de 200 km²) na região costeira da Eslovênia. A bacia contém feições cársticas. Os fenômenos modelados foram precipitação, evapotranspiração, a dinâmica na zona saturada e não saturada na área da bacia. A estratégia utilizada para modelar a drenagem cárstica foi a de aumentar a drenagem na zona não saturada em locais com maior densidade de dolinas drenantes. Para isso, o autor utilizou a infiltração simplificada por macroporos (by-pass). A representação matemática desse mecanismo no MIKE SHE é:

$$Q_{bypass} = P_{net} * P_{frac} * \sqrt{\alpha_{10} * \beta_{50}} / \Delta t \quad (3)$$

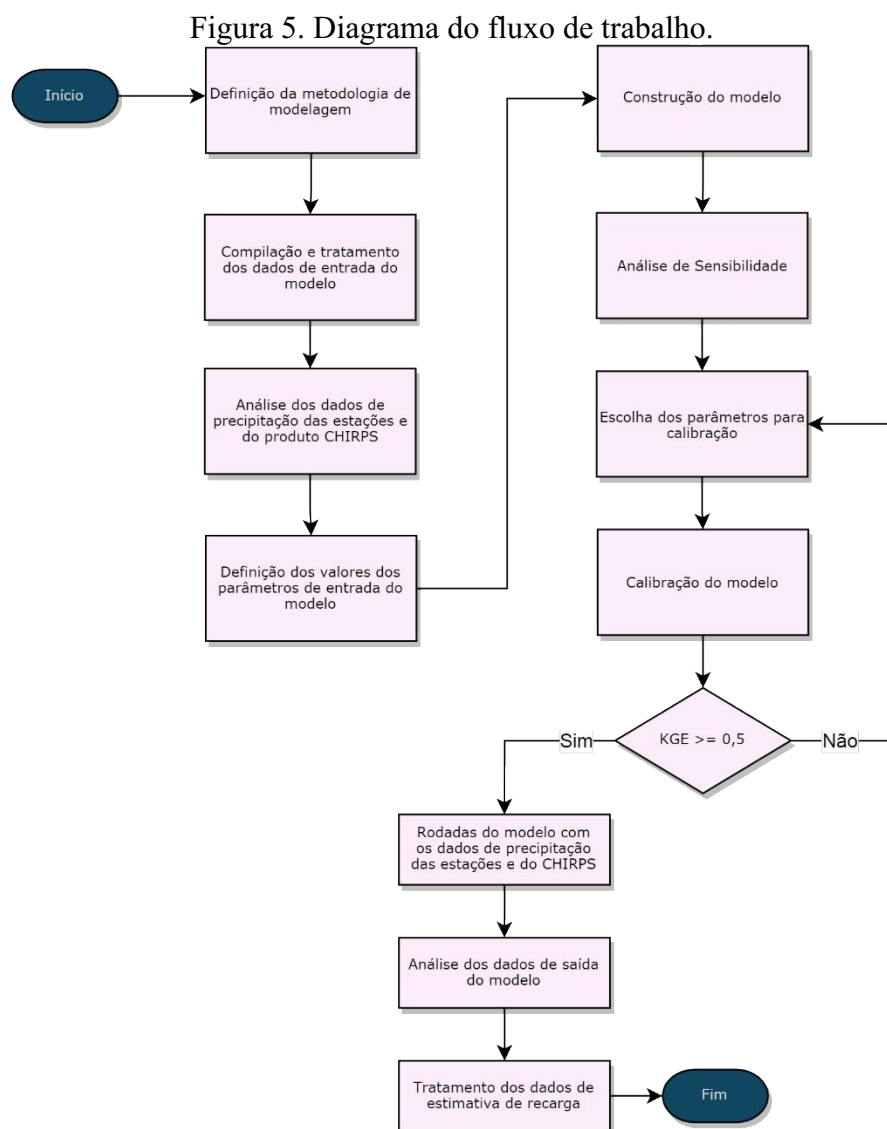
Onde Q_{bypass} [mm/s] é a vazão que passa pelos macroporos, P_{net} [mm] é a parcela de precipitação que vira escoamento superficial, P_{frac} [-] é a fração máxima da precipitação não evapotranspirada que pode ir diretamente para a zona saturada em condição de solo úmido, Δt o passo de tempo, α_{10} [-] e β_{50} [-] são coeficientes de redução da vazão total perpassada, calculados internamente pelo software a partir da quantidade de água no solo (DHI, 2017b).

A mesma estratégia na zona não saturada foi utilizada por Doummar et al. (2012) para a bacia de Gallusquelle, na Alemanha. A área da bacia é de 45 km². Ambos os autores

realizaram também a modelagem da zona saturada, fenômeno não modelado no presente trabalho.

3 METODOLOGIA

Este capítulo é dedicado a apresentar os métodos utilizados para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos. O primeiro tópico introduz os aspectos gerais da área de estudo. Posteriormente, são apresentados os softwares utilizados para a manipulação e análise dos dados, as definições e os componentes de modelagem e as metodologias de calibração e análise dos resultados. A Figura 5 sintetiza o fluxo de trabalho seguido.

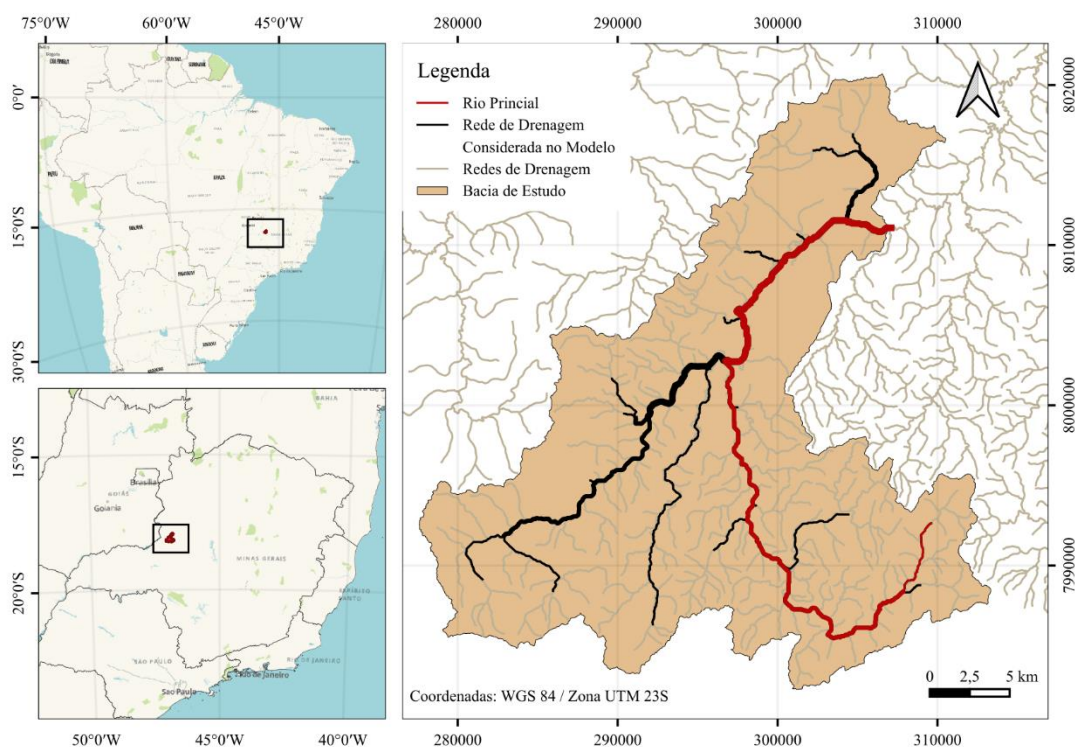


Fonte: Elaboração própria.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia de estudo está localizada no oeste de Minas Gerais (Figura 6). A parcela da Bacia do Rio Santa Catarina faz parte do complexo de bacias do Rio São Francisco. A área da bacia até a exutória considerada neste estudo é de 637,98 km² de extensão. Nesta área estão os municípios de Lagamar e Vazante.

Figura 6. Mapa de localização.



Fonte: Elaboração própria. Mapa de base: Waze. Redes de Drenagem: ANA (2017).

O clima predominante na região é tropical com invernos secos, segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), característico do bioma cerrado. A precipitação média anual local é de 1.411,5 mm/ano, estimada através da estação do Centro Administrativo da mineradora do grupo Nexa Resources entre os anos de 1981 e 2012. A estação seca ocorre entre os meses de abril a setembro e representa 16% da precipitação anual, enquanto o período úmido ocorre entre outubro e março e representa 84% (PESSOA; FERNANDES; KIMURA, 2012). Não há registros de temperatura na área da bacia pela rede de estações meteorológicas do

INMET, portanto foram utilizados dados de normais climatológicas de 1981 a 2010 de estações próximas. Para a estação localizada a noroeste da bacia, no município de Paracatu, a temperatura média climatológica anual é de 23,50 °C, com variações entre 18,50 °C e 30,10 °C. Para a estação de Patos de Minas, localizada ao sudeste da bacia, a temperatura média climatológica anual é de 21,50 °C, com variações entre 18,50 °C e 28,30 °C (INMET, [s.d.]).

3.2 SOFTWARES UTILIZADOS

Além do principal software abordado neste trabalho, o MIKE SHE, foram utilizados para tratamento de dados e elaboração de figuras os softwares QGIS versão 3.18, SAGA GIS versão 7.30 e a linguagem de programação Python 3.8. A linguagem de programação abre um grande leque na manipulação e análise de dados e geração de figuras, principalmente por se tratar de uma linguagem de propósito geral e de ser constituída de contribuição coletiva e código aberto. Muitos *scripts* para manipulação dos dados foram elaborados neste estudo. Diversas bibliotecas foram utilizadas para tornar este trabalho possível, sendo elas listadas no Quadro 1. Para a calibração, foi utilizado o software PEST. Os sistemas operacionais utilizados como plataforma de trabalho foram Linux Mint 20.1 e Windows 7 Home Premium.

Quadro 1. Bibliotecas Python utilizadas.

Biblioteca	Versão
Numpy	1.19.5
Shapely	1.7.1
Pandas	1.1.0
Geopandas	0.8.1
XArray	0.16.1
RioXarray	0.3.1
Scipy	1.6.2
Sklearn	-
Hydroeval	0.1.0
Matplotlib	3.4.1
Mikeio	0.6.3
Seaborn	0.11.1

Biblioteca	Versão
Cmcrameri	1.2

Fonte: Elaboração própria.

3.3 OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DO PRODUTO CHIRPS

O principal critério de escolha do produto CHIRPS como representação distribuída de precipitação foi a resolução de $0,05^\circ$ (5,56 km) dos dados espaciais com dados diários (FUNK et al., 2015). Para a elaboração da análise de precipitação, foram obtidos dados para os anos de 2013 a 2019 (7 arquivos de aproximadamente 7,5 GB). O tratamento dos dados espaço-temporais foi feito em ambiente Python. Os arquivos originais foram analisados em busca de pixels nulos. Não foram necessárias correções ou preenchimento dos dados, pois não haviam dados nulos. Os arquivos brutos foram unidos de forma a gerar um único arquivo NetCDF com dimensões espaço e tempo, no *datum* do projeto.

Para a análise de correlação entre os dados do produto CHIRPS e os dados obtidos de estações pluviométricas, foram selecionados os pixels que estavam exatamente sobre cada estação e extraídas as séries temporais. Devido a característica não normal das distribuições identificada no início do trabalho com os dados, foi realizada análise não paramétrica através da correlação de Spearman. Para compreender os aspectos de relação de massa, desvios e linearidade em relação as estações, foi realizada também uma análise através do índice de eficiência Kling-Gupta (GUPTA et al., 2009). Os métodos supracitados são detalhados no tópico 3.6.

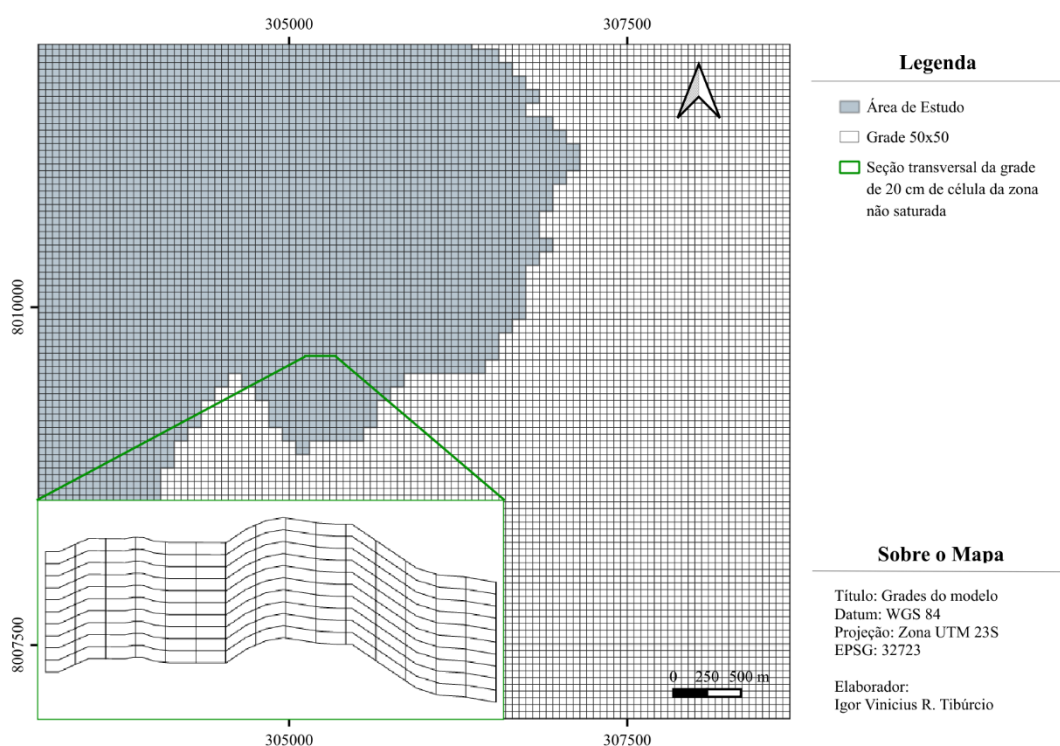
3.4 DEFINIÇÕES E COMPONENTES DA MODELAGEM

Este tópico detalha os dados utilizados e metodologias escolhidas na modelagem da bacia hidrográfica de estudo. O modelo foi elaborado considerando o escoamento superficial, evapotranspiração e fluxo na zona não saturada. Devido à extensão da área modelada, de limitações de hardware e de tempo disponível para o processo de modelagem foi necessário desconsiderar a contribuição da zona saturada.

3.4.1 Definição da Grade do Modelo

A definição da grade foi pensada de forma a obter resultados satisfatórios distribuídos com o mínimo de esforço computacional. O modelo foi elaborado em uma grade quadrada de 50 m e um total de 552.807 células. A zona não saturada foi definida a partir de 11 células verticais de 20 cm cada, totalizando 2,2 m de profundidade. A grade vertical e horizontal está disposta na Figura 7.

Figura 7. Vista da grade 50m x 50m do modelo e das células verticais de 20 cm da zona não saturada, em um zoom na área da exutória.

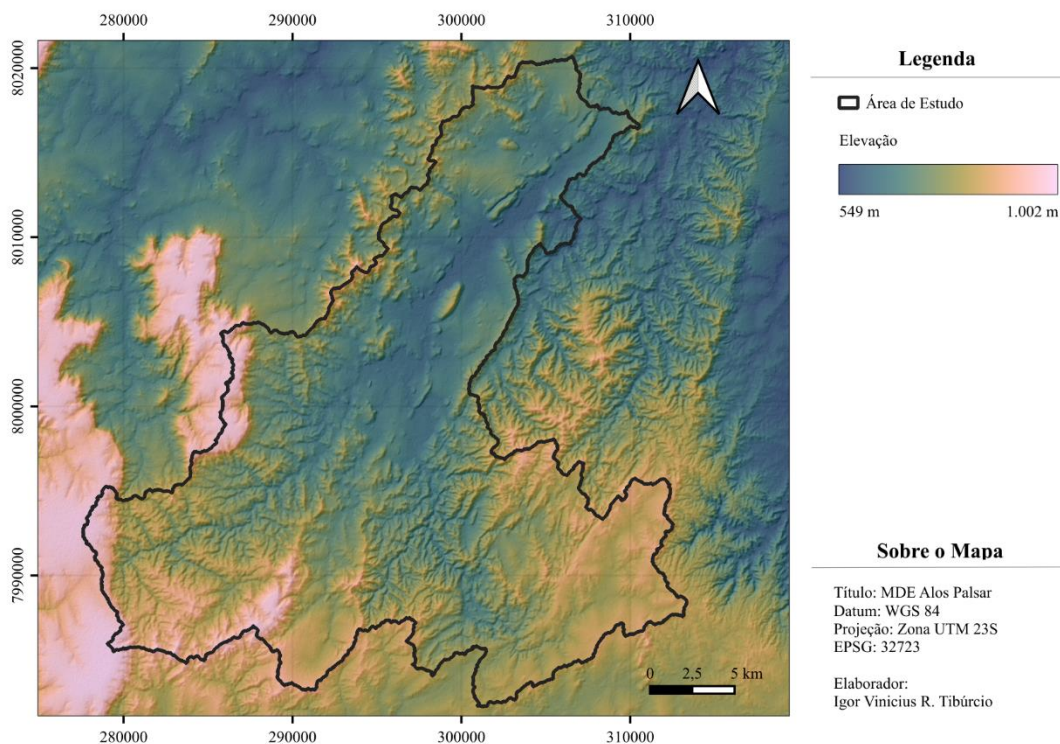


Fonte: Elaboração própria.

3.4.2 Elevação

O modelo digital de elevação (MDE) para a área de estudo foi obtido através das imagens do satélite Alos Palsar (ASF DAAC; JAXA/METI, 2015), com precisão de 12,5 metros (Figura 8). Tal produto se mostrou eficiente métrica de elevação em estudos anteriores (BARBOSA; CICERELLI; ALMEIDA, 2016; CUNHA; BACANI, 2019; DUARTE et al., 2019).

Figura 8. Mapa de elevação.

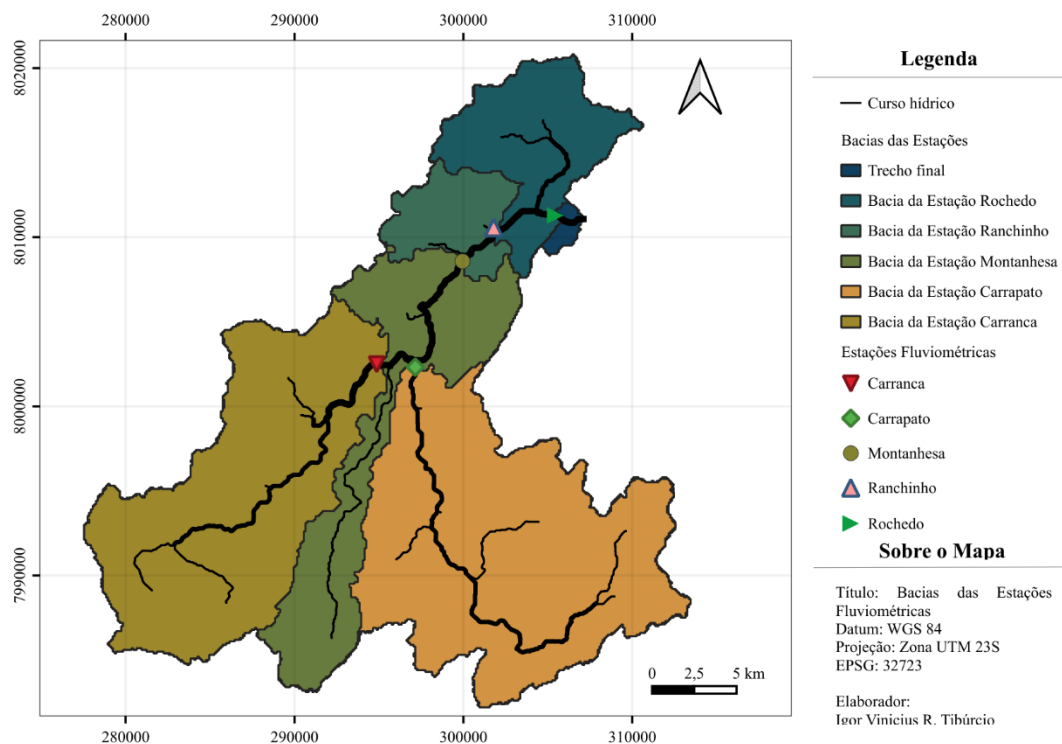


Fonte: Elaboração própria. Dados do satélite Alos Palsar (ASF DAAC; JAXA/METI, 2015).

3.4.3 Delimitação da Bacia

A Figura 9 expõe a bacia delimitada e as áreas de abrangência de cada uma estação fluviométrica considerada neste trabalho. A delimitação da bacia foi calculada através do MDE pré-processado da região. O pré-processamento do MDE foi realizado através do preenchimento dos locais de acumulação de água pelo método Wang e Liu (2006), criando declividade mínima de 0,01 grau em direção à exutória entre as áreas com pixels preenchidos pelo método através dos algoritmos do SAGA GIS na interface QGIS. O método foi escolhido por ser o mais rápido dentre o conjunto disponível, sem perder qualidade no resultado (WANG; LIU, 2006). Foi calculado posteriormente a área de captação através do método determinístico 8, proposto por John F. O'Callaghan e David M. Mark (1984). O método foi utilizado por ser simples e com uso consolidado.

Figura 9. Área de abrangência das estações fluviométricas. As estações mais a jusante, além das áreas destacadas, também englobam as áreas das estações a montante.



Fonte: Elaboração própria. Dados: Nexa (2020).

A partir da área de captação e elevação, a rede de canais foi obtida a partir da acumulação de 10.000.000 pixels. O resultado, juntamente com o MDE pré-processado, foi utilizado para obter as delimitações das bacias hidrográficas. A bacia de estudo do presente trabalho foi obtida através da seleção dos fragmentos das bacias anteriormente encontradas, seguindo o fluxo do rio principal das nascentes à exutória escolhida, utilizando ferramentas de delimitação do software SAGA no QGIS. Foi utilizada a ferramenta *Upslope Area*, também do software SAGA GIS, para a delimitação das regiões de captação de cada estação fluviométrica utilizada no estudo.

3.4.4 Zona Não Saturada

O método utilizado para os cálculos de infiltração e retenção foi através das equações de Richards (detalhado no item 2.4.3) por considerar os componentes de pressão e gravitacional

e por não impactar de forma considerável na performance. Os dados de pedologia local necessários para o modelo são a distribuição espacial da pedologia, os perfis de solo, a densidade aparente de cada solo e as respectivas curva de retenção e condutividade hidráulica. As informações referentes aos perfis de solos, densidade aparente de cada horizonte e porcentagem de argila, silte e areia foram obtidos do Banco de Dados de Solos da Embrapa (2014). Como não haviam amostras de solos suficientes dentro da área de estudo, três tipos foram estimados com amostras de solo fora dos limites da bacia hidrográfica. As amostras foram relacionadas ao mapa de solos distribuído por dois critérios: localização e classificação do solo.

A partir das estimativas granulométricas dos dados da Embrapa (2014), foi utilizado o software Rosetta3 publicado por Zhang e Schaap (2017) para obter os parâmetros necessários da equação de condutividade hidráulica de Van Genuchten (1980). As informações dos parâmetros hidráulicos para a equação de Van Genuchten dos solos utilizados estão disponíveis na Tabela 1. Para o projeto, foi considerado apenas a camada A de cada solo, em 11 células de 20 cm de profundidade.

Tabela 1. Parâmetros do solo utilizados no modelo.

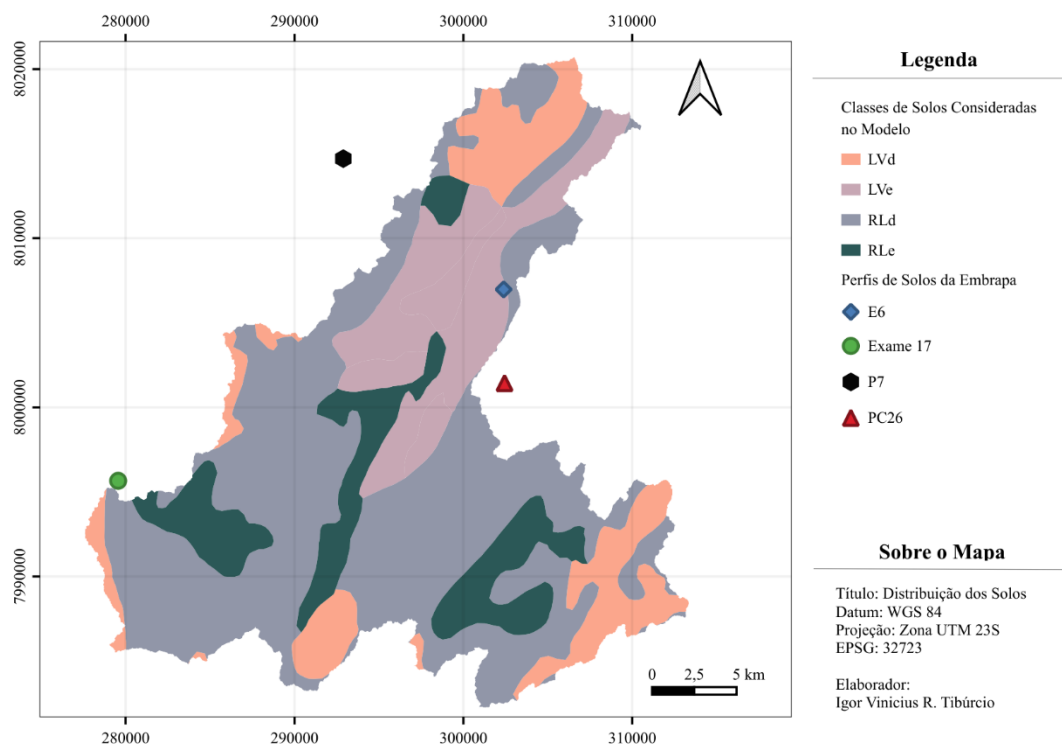
Solo (Embrapa)	Classificação	Densidade Aparente (g/m³)	θ_r (cm³/cm³)	θ_s (cm³/cm³)	α (1/cm)	n (-)	K_s (m/s)
P7	LVd	1,14	1,38E-01	5,49E-01	1,19E-02	1,27	4,89E-06
E6	LVe	1,06	1,53E-01	5,91E-01	1,25E-02	1,25	5,62E-06
PC26	RLd	1,02	1,42E-01	5,87E-01	8,15E-03	1,30	7,11E-06
Exame 17	RLe	1,02*	1,26E-01	5,60E-01	6,22E-03	1,36	7,86E-06

Fonte: Elaboração própria. Dados de Embrapa (2014).

Rodadas preliminares do modelo com os dados brutos permitiram visualizar que as vazões simuladas estavam sendo subestimadas em todas as estações. Foi realizada uma análise preliminar de sensibilidade dos parâmetros de Van Genuchten, Assim como o resultado de sensibilidade obtido por Doummar et al. (2012), os valores de condutividade hidráulica do solo influenciam de forma significativa na dinâmica da bacia. Dessa forma, os parâmetros α , n e K_s foram considerados como parâmetros de calibração. Os valores para os parâmetros citados anteriormente, expostos na Tabela 1, foram utilizados como valores iniciais na calibração.

A quantidade de perfis de solos na área de estudo e nas proximidades também não era suficiente para detalhar todos os tipos de solo da distribuição espacial. Portanto, foi feita uma simplificação da distribuição pedológica obtida a partir do levantamento realizado por UFV - CETEC - UFLA - FEAM (2010) (ver APÊNDICE B – Distribuição dos Solos da Área de Estudo). O dado foi disponibilizado em formato proprietário *shapefile*, escala 1:500.000. A distribuição dos solos utilizada no modelo está disposta na Figura 10. Os tipos de solos considerados foram Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe), Neossolo Litólico Distrófico (RLd) e Neossolo Litólico Eutrófico (RLe).

Figura 10. Distribuição dos solos simplificada na área de estudo.



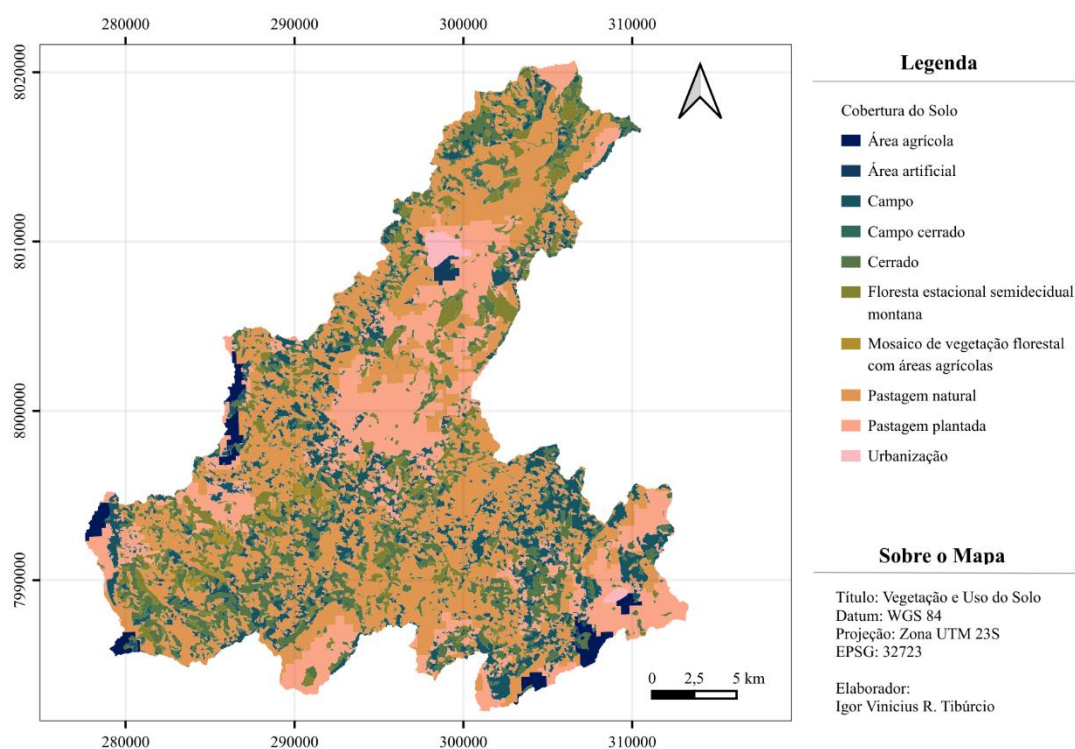
Fonte: Elaboração própria. Dados adaptados da distribuição dos solos de UFV - CETEC - UFLA - FEAM (2010).

Como a zona saturada não foi modelada, foi necessário estabelecer um nível d'água constante de 0,9 m abaixo da superfície, exceto no leito do rio, em que esse valor foi considerado como zero. Para que não existisse uma transição abrupta dos níveis d'água, os pontos em uma distância de 250 m do curso hídrico foram interpolados utilizando a função do inverso do quadrado da distância no próprio software MIKE SHE.

3.4.5 Vegetação Local

A distribuição da vegetação na área de estudo foi obtida através do inventário florestal produzido pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF) em 2009, com resolução de 30 m (SISEMA, 2019). Os dados foram completados com o produto do satélite MODIS, tratado pelo IBGE e obtido através do Sistema Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (SISEMA, 2019). A resolução dos dados é de resolução de 250 m reprocessada e distribuída. Os dados unidos foram adicionados em *shapefile* no modelo, o mesmo formato disponível na plataforma. A distribuição da vegetação local está descrita na Figura 11. A relação das classes de vegetação e das fontes de cada dado está disposta no Quadro 2.

Figura 11. Distribuição da vegetação e uso do solo na área de estudo.



Fonte: Elaboração própria. Dados de SISEMA (2019).

Quadro 2. Classes de vegetação e fontes de informação. As classes de informação apresentadas e utilizadas são as mesmas classes da fonte original.

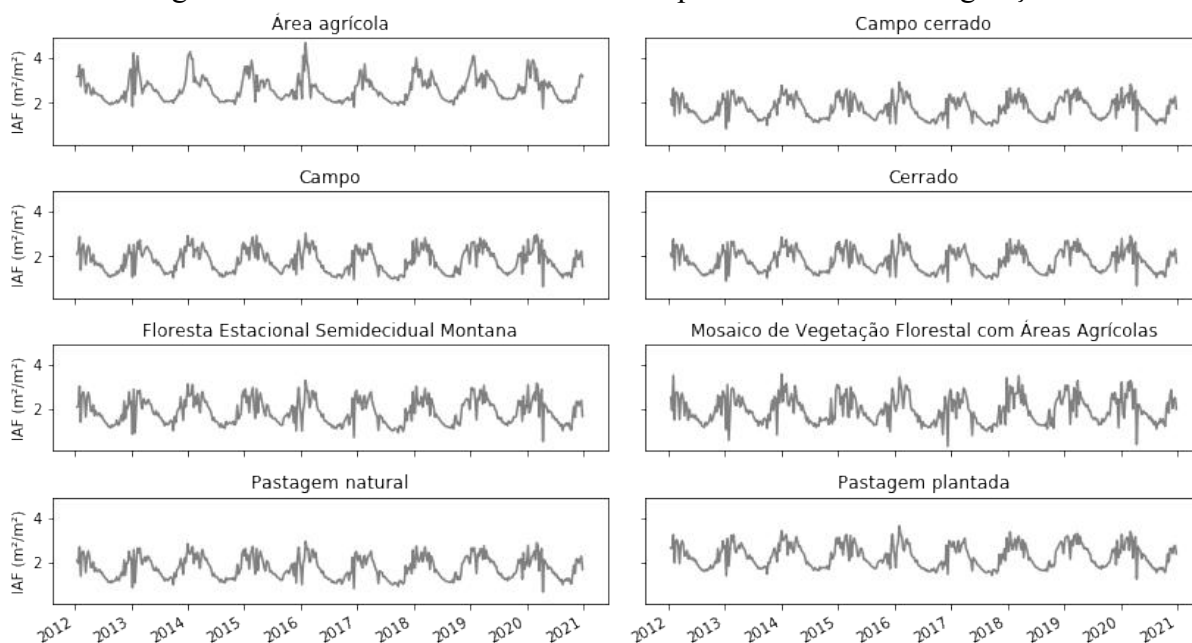
Classificação	Fonte
Área agrícola	Uso do solo (IBGE/MODIS)
Área artificial	Uso do solo (IBGE/MODIS)
Campo	Inventário Florestal
Campo cerrado	Inventário Florestal
Cerrado	Inventário Florestal
Floresta estacional semidecidual montana	Inventário Florestal
Mosaico de vegetação florestal com áreas agrícolas	Uso do solo (IBGE/MODIS)
Pastagem natural	Uso do solo (IBGE/MODIS)
Pastagem plantada	Uso do solo (IBGE/MODIS)
Urbanização	Inventário Florestal

Fonte: Elaboração própria.

3.4.5.1 Índice de Área Foliar

Uma das entradas do modelo que fazem parte do conjunto de parâmetros para o cálculo de evapotranspiração é o índice de área foliar. O índice foi obtido através de um dos produtos da suíte de radiômetros de imagens de infravermelho visível do satélite NOAA-20 (MYNENI; KNYAZIKHIN, 2018). Os dados obtidos possuem resolução temporal de 8 dias e espacial de 500 m, foram disponibilizados no formato *NetCDF*. O intervalo considerado foi de 25 de janeiro de 2012 a 26 de dezembro de 2020. Para a entrada no sistema, os dados de índice de área foliar foram recortados para cada classe de vegetação. Para cada classe e para cada passo de tempo, foi feito a média espacial dos valores de índice de área foliar. Este processo resultou em uma série temporal de índices de área foliar para cada classe de vegetação levantada na área de estudo, disponível no APÊNDICE A – Índices de Área Foliar entre 2013 e 2019. Por fim, os resultados foram convertidos em séries temporais no formato proprietário *dfs0* para a entrada no modelo. A série histórica dos valores está disposto na Figura 12.

Figura 12. Média do índice de área foliar para cada classe de vegetação.



Fonte: Elaboração própria. Dados do satélite NOAA-20 (MYNENI; KNYAZIKHIN, 2018).

3.4.5.2 Profundidade Radicular

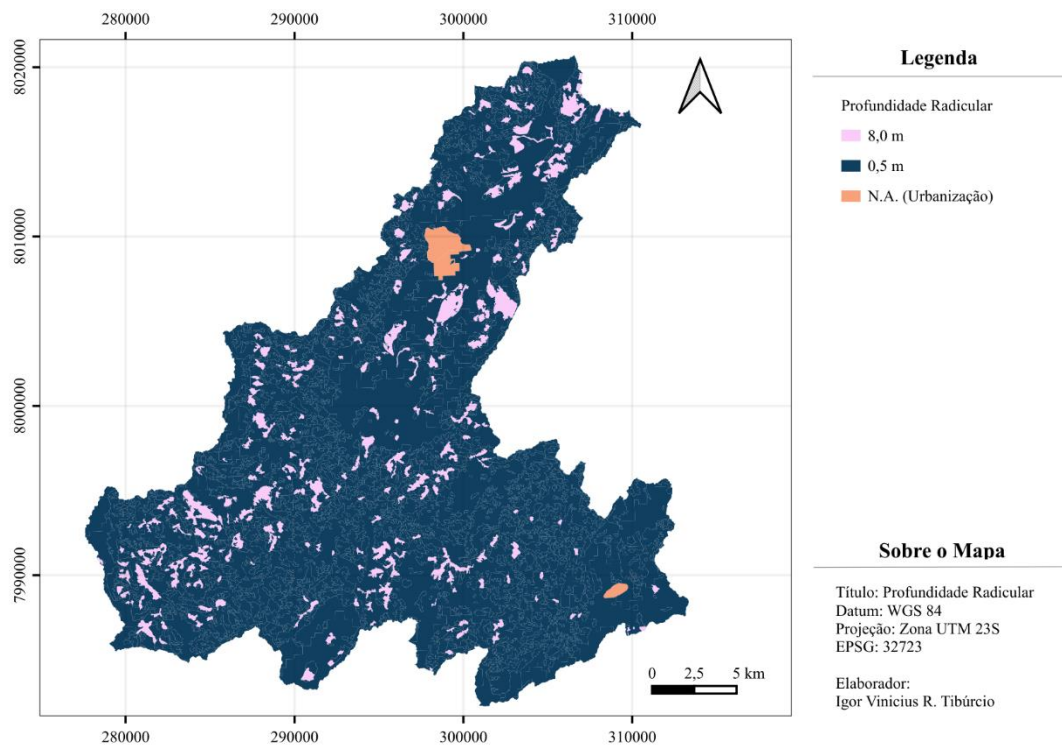
A profundidade radicular é um dos parâmetros que influencia nos valores de evapotranspiração atual calculados pelo modelo. Para a estimativa, foi utilizado o tipo de vegetação: Floresta e Vegetação Rasteira. Os valores estabelecidos para cada classe de vegetação e as respectivas bibliografias estão dispostos na Tabela 2. A distribuição espacial dos dados (Figura 13) ilustra a predominância da vegetação rasteira na área de estudo.

Tabela 2. Profundidade radicular estimada.

Classificação Utilizada	Profundidade Radicular Estimada (m)	Referência
Floresta	8,0	Maeght et al. (2013)
Vegetação Rasteira	0,5	(ALENCAR et al., 2009)

Fonte: Elaboração própria.

Figura 13. Distribuição espacial da profundidade radicular na área de estudo.



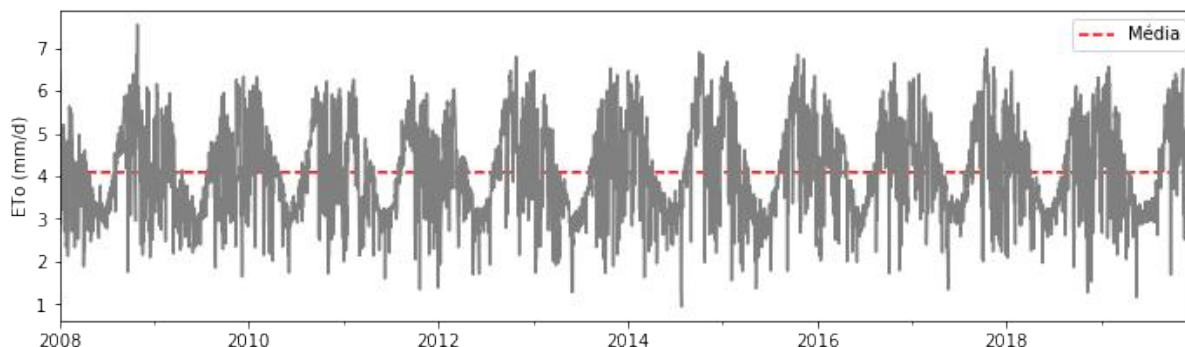
Fonte: Elaboração própria.

3.4.6 Evapotranspiração

3.4.6.1 Evapotranspiração de Referência

A evapotranspiração de referência (ET_0) é o termo conjunto dos fenômenos de evaporação e transpiração para um determinado corte de grama, estabelecido por Allen et al. (1998). Os dados de evapotranspiração utilizados foram obtidos do resultado da publicação de Althoff et al. (2020). O intervalo de dados de evapotranspiração potencial foi de 01 de janeiro de 2000 a 31 de dezembro 2019. A resolução temporal é diária e a espacial é de 0.1 grau (11,1 km). A média espacial de evapotranspiração de referência para a área de estudo está disposta na Figura 14.

Figura 14. Evapotranspiração de referência.



Fonte: Elaboração própria. Dados de Althoff et al. (2020).

3.4.6.2 Parâmetros de evapotranspiração

Alguns parâmetros relacionados a evapotranspiração foram definidos para o uso no modelo de acordo com os manuais do software (DHI, 2017b, 2017a). A interceptação pelas copas de árvore foi fixada em 0.05 mm para cada evento de precipitação. Os coeficientes C1, C2 e C3 da equação de Kristensen e Jensen foram atribuídos como 0.3, 0.2 e 20, respectivamente. O coeficiente C1 depende da planta, e o valor estabelecido é o recomendado para ambientes com predominância em agricultura e gramas. Similarmente, o coeficiente C2 depende do solo e da vegetação. O coeficiente C3 não é estimado experimentalmente, e o valor típico de 20 mm/d é usado. O fator Aroot, referente a densidade radicular de acordo com a profundidade, foi estabelecido como 0.25.

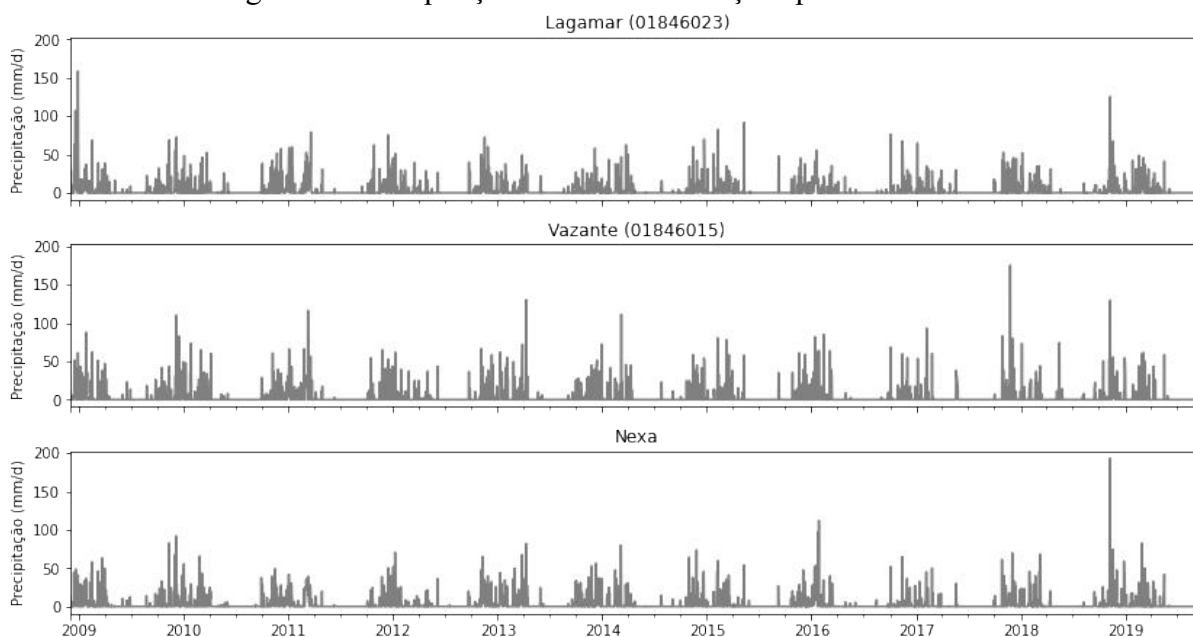
3.4.7 Precipitação

A precipitação é o fenômeno que descreve a entrada de água na bacia. Os dados de estações de Lagamar (cod 1846023), Vazante (cod 1846015), Guarda-Mor (cod 1747005) e Ponte Firme (cod 1846016) foram obtidos pelo sistema Hidroweb da Rede Nacional de Informações de Recursos Hídricos (ANA, 2005). Foram obtidos também dados de precipitação da estação Centro Administrativo cedidos pela empresa Nexa (2020). De todas as estações, apenas a de Lagamar, Vazante e Nexa possuíam área de influência na bacia de estudo e foram utilizadas nas análises de precipitação. Os dados diários são apresentados na Figura 15. A distribuição espacial das estações ativas, tal como seu limite de abrangência segundo a

metodologia dos polígonos de Thiessen estão dispostos na Figura 16. O tratamento dos dados das estações foi feito através da seleção dos valores positivos de precipitação até 300 mm/d. Os dados faltantes das estações, que não passaram de 4%, foram preenchidos através da interpolação por ponderação do inverso da distância entre as três estações.

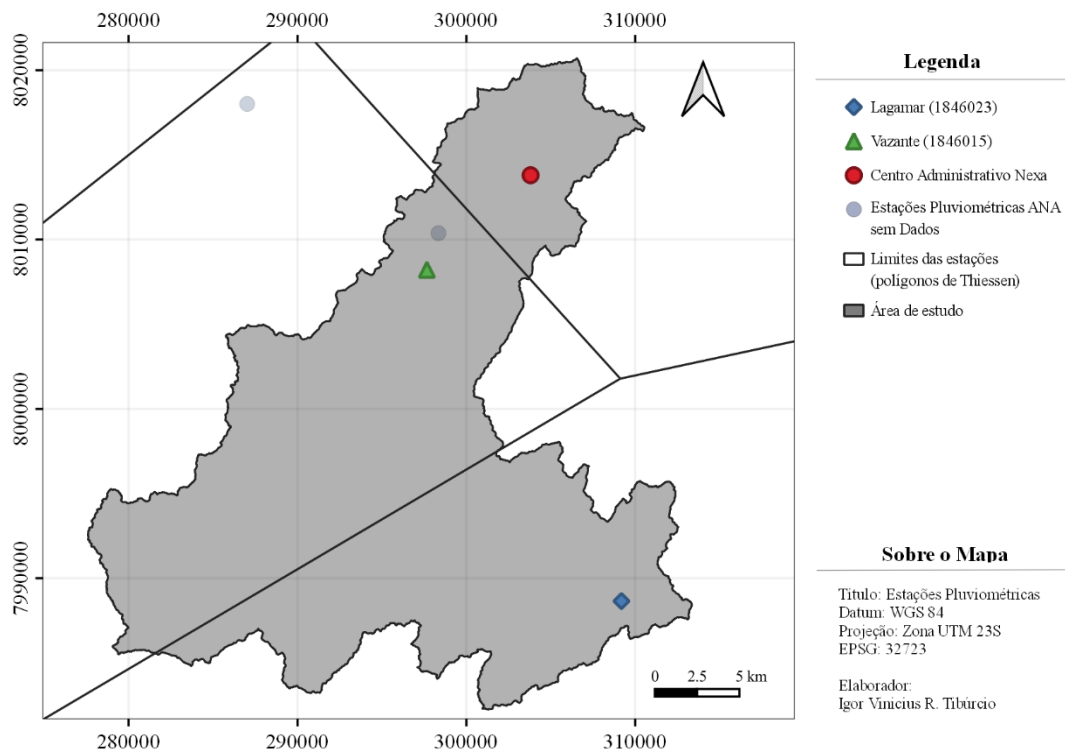
Os dados de precipitação foram observados em função das ocorrências, das variações espaciais e temporais. As ocorrências foram observadas de acordo com a contagem do número de registros. Para a avaliação de atrasos temporais, foi utilizada a correlação cruzada entre as estações. Para uma análise da variação média das precipitações em escala semanal e mensal para cada pluviômetro, os dados de precipitação diária foram acumulados para cada escala ao longo do período analisado. Por fim foi feita a média das precipitações acumuladas para os 12 meses. Para uma análise de correlações utilizou-se estatística não paramétrica entre as variáveis. Foram feitas as correlações de Spearman (metodologia detalhada no item 3.6) das médias diárias para os dados brutos, para os dados em escala semanal e em escala mensal.

Figura 15. Precipitações diárias nas estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria. Dados de Ana (2015) e Nexa (2020).

Figura 16. Distribuição das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria. Dados de Ana (2015) e Nexa (2020).

O modelo foi rodado com os valores observados nas estações e os dados do CHIRPS com parâmetros de entradas sem alterações (brutos) e com parâmetros calibrados de forma avaliar a performance dos valores estimados pelo CHIRPS. As demais informações posteriormente geradas, como a estimativa distribuída de recarga para a área de estudo, foram obtidas utilizando a fonte de dados de precipitação com melhor desempenho de acordo com o índice KGE.

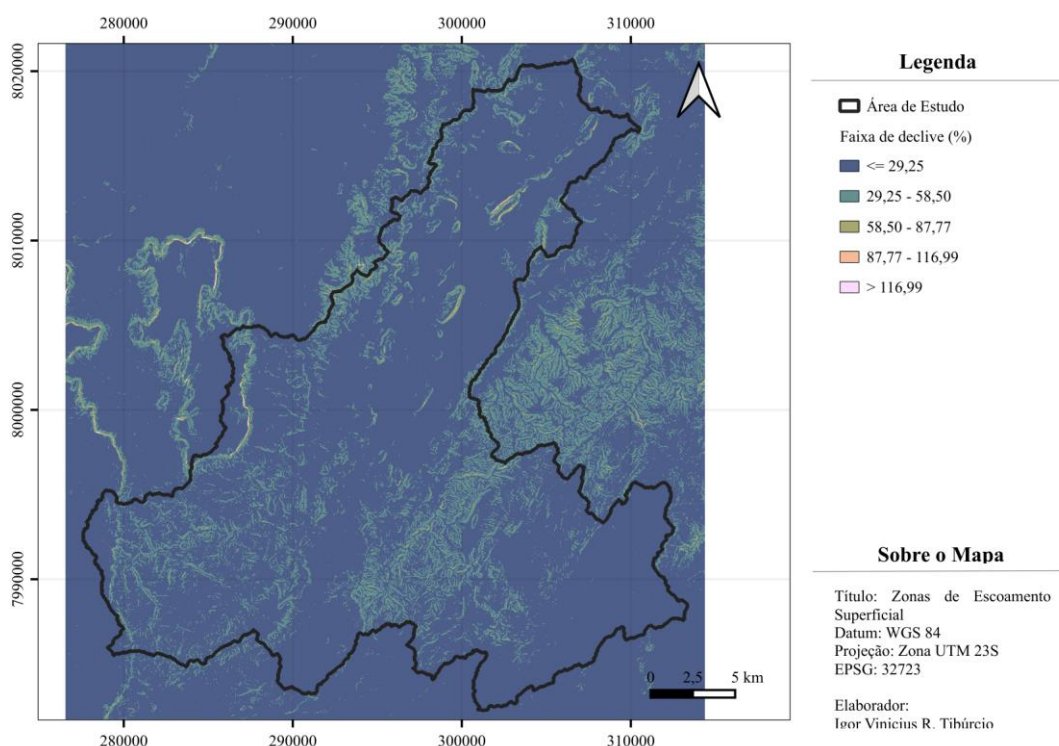
3.4.8 escoamento Superficial

Durante as rodadas preliminares do modelo foi feita uma comparação entre os métodos disponíveis de cálculo de vazão para a área de estudo. O método de estimativa por diferenças finitas apresenta resultados mais condizentes com a realidade por estimar a vazão de acordo com o relevo de entrada médio em cada célula da grade. Entretanto, os recursos computacionais demandados são altos e o tempo para uma rodada de modelo tornaria inviável a modelagem no

período proposto para a realização do presente trabalho. Portanto, o método utilizado para a estimativa do escoamento superficial foi o método simplificado de escoamento por sub-bacias (detalhado no item 2.4.2).

Neste método é necessário estabelecer área de escoamento com características comuns como comprimento de declive, o valor do declive e o inverso do número de Manning. As áreas de escoamento (Figura 17) foram obtidas a partir das declividades processadas do modelo digital de elevação, como mencionado no volume 1 do manual do software MIKE SHE (DHI, 2017a). Foram consideradas cinco classes de declividade para a geração de áreas distintas. Os valores de comprimento da declividade e o inverso do número de Manning foram estabelecidos como, respectivamente, 100 m e $23 \sqrt[3]{m}/s$ (USGS, 1849). As declividades médias inicialmente estabelecidas variaram de acordo com a classe de declividade, sendo os valores arbitrados para as classes 1, 2, 3, 4 e 5 sendo respectivamente: 0,3 m/m, 0,5 m/m, 0,8 m/m, 1 m/m e 1,25 m/m. As cinco classes foram extraídas a partir da classificação de intervalos iguais das declividades do modelo digital de elevação.

Figura 17. Áreas de Escoamento utilizadas no modelo.



Fonte: Elaboração Própria.

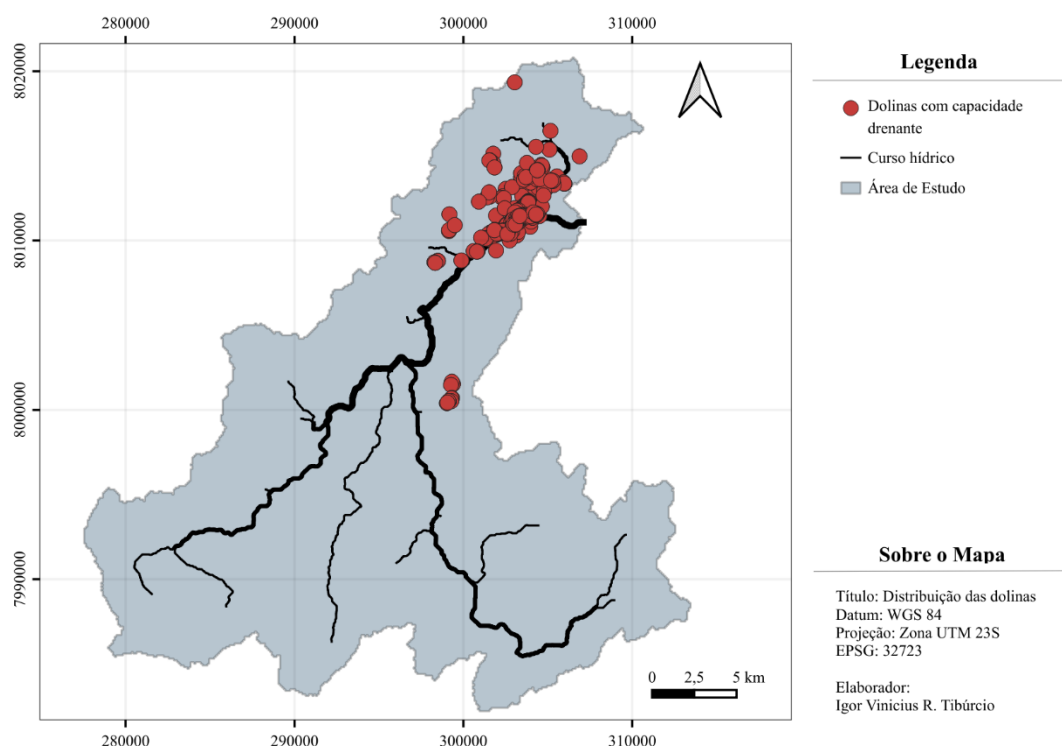
Segundo o manual do software, os parâmetros comprimento da declividade e declive são exclusivamente parâmetros de calibração (DHI, 2017a). Ainda, devido à incerteza quanto aos reais valores de número de Manning predominantes em cada área, o inverso do número de Manning também foi utilizado como parâmetro de calibração. Os valores citados anteriormente foram utilizados como valores iniciais.

Nas rodadas preliminares do modelo e da análise preliminar dos resultados de vazão modelados em relação aos medidos, foi identificado um valor estimado de escoamento de base para as estações de montante. O software MIKE SHE sem o acoplamento com o MIKE Hydro não permite a adição de escoamento de base no modelo. Para as análises comparativas de valores de vazão foi necessário adicionar, através de um *script*, o valor do escoamento de base estimado aos resultados exportados do modelo devido ao fato de a zona saturada não ter sido modelada. Os valores médios estimados de escoamento de base dos cursos hídricos foram de 0,8 m³/s para a estação Carranca, 0,4 m³/s para a estação Carrapato e 1,6 m³/s para estação Montanhosa e demais estações a jusante. Os dados de fluviometria foram cedidos pela empresa Nexa (2020).

3.4.9 Representação das Dolinas

As dolinas são características de ambientes cársticos. Para representar as dolinas no modelo, foi utilizado o método descrito por Janža (2010). Nesta metodologia, a dolina drenante é abstraída como um *by-pass* entre a superfície e a zona saturada. A distribuição espacial das dolinas com capacidade drenante foi cedida pela Nexa. Para cada dolina, foi atribuído um buffer de 100 m. As geometrias resultantes foram incluídas no mapa de solos e representadas no modelo como áreas com parcela da vazão direcionada diretamente para a zona saturada. A porcentagem máxima de água drenada estabelecida como 85% do volume de água presente na célula a cada passo de tempo. Os coeficientes θ_1 e θ_2 , que estabelecem a gradualidade da quantidade de água drenada, foram atribuídos para estes parâmetros os valores de 0.08 e 0.03, respectivamente. A distribuição espacial das dolinas está representada na Figura 18.

Figura 18. Distribuição das dolinas com capacidade drenante.



Fonte: Elaboração própria. Dados de Nexa (2020).

3.5 CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO

Através da sensibilidade dos parâmetros previamente observada por Doumar et al (2012), das recomendações dos manuais e da análise de sensibilidade dos parâmetros do solo realizadas preliminarmente, foram selecionados os parâmetros de calibração. No total, foram calibrados 27 parâmetros: α , n e K_s de cada solo e declividade média, comprimento da declividade média e o inverso do número de Manning de cada zona de escoamento superficial. Os valores modelados, a cada iteração da calibração, foram comparados com os valores medidos de vazão nas estações Carrapato e Carranca. As rodadas de calibração foram realizadas comparando vazões em escala mensal. Os limites inferior e superior utilizados estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Limites de valores permitidos para a calibração.

Grupo	Parâmetro	Limite Inferior	Limite Superior
Solo	α	6,00E-03	1,45E-01

Grupo	Parâmetro	Limite Inferior	Limite Superior
	n	1,09E+00	2,68E+00
	Ks	5,60E-08	8,25E-05
Escoamento Superficial	Declive	1,00E-02	2,20E+00
	Comp. Decl.	1,00E+00	1,00E+04
	M de Manning	1,00E+01	9,00E+01

Fonte: Elaboração Própria.

A seleção do período de calibração foi feita exclusivamente pelo critério de disponibilidade de dados fora da área de influência das dolinas, nas estações fluviométricas Carranca e Carrapato. Dessa forma, foi decidido rodar a calibração para os dias entre 24 de junho de 2018 e 30 de setembro de 2019 com tempo de aquecimento do modelo de 01 de janeiro de 2017 até a data inicial supracitada. Foi utilizado PEST como software de calibração. Para resolver o problema inverso, o software foi configurado para utilizar o método de decomposição em valores singulares. Maiores detalhes do funcionamento do software podem ser obtidos nos manuais do software (DOHERTY, 2002, 2021).

Diversas rodadas de calibração foram realizadas utilizando os dados do produto CHIRPS, sendo a duração média de cada uma de 3,5 dias consecutivos. O tamanho de cada célula utilizada para calibração foi de 100 m, o dobro do utilizado na produção dos resultados finais (DHI, 2017a).

Os resultados obtidos de calibração foram analisados através do índice KGE (detalhado no item 3.6), com resultados do modelo rodado com dados das estações pluviométricas e dados do CHIRPS. O valor de KGE estabelecido para aceitação do modelo foi de 0,5. Uma análise foi realizada quanto as escalas temporais de análise perante os resultados de cada fonte de dado de precipitação para parâmetros de entradas sem alterações (brutos) e com parâmetros calibrados.

Para a validação, o período considerado foi de 01 de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2019, com tempo de aquecimento do modelo entre 2013 e 2014. A estação fluviométrica utilizada para validação foi a estação Montanhaesa. Tal estação foi escolhida também por estar fora da região de dolinamento. O critério de aceitabilidade do KGE foi o mesmo utilizado para a calibração.

3.6 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E EFICIÊNCIA

As análises de correlação não paramétricas foram feitas a partir do coeficiente de correlação ranqueada de Spearman. A correlação de Spearman é descrita pela seguinte equação:

$$r_s = \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (4)$$

Onde r_s é o coeficiente de Spearman, $d_i = u_i - v_i$, com u_i sendo o posto do i -ésimo valor da primeira amostra, v_i o posto do i -ésimo valor da segunda amostra e n sendo o número total de amostras. Os postos são obtidos através dos valores de cada amostra, individualmente, organizada em ordem crescente, começando com 1 até n .

Para mensurar a eficiência do modelo, foi utilizado o índice KGE (Kling-Gupta Efficiency) por ser um método que leva em consideração os desvios, a média e a linearidade entre os valores modelados e observados (GUPTA et al., 2009). O índice KGE é obtido a partir da seguinte equação:

$$KGE = 1 - \sqrt{(r - 1)^2 + (\alpha - 1)^2 + (\beta - 1)^2} \quad (5)$$

Onde r é o coeficiente de correlação linear entre o dado simulado e o observado, α é a razão entre o desvio padrão simulado e observado, e β é a razão entre a média simulada e a observada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO

A precipitação na área de estudo possui dinâmica muito similar entre as estações pluviométricas em escalas semanais e mensais, como pode ser observado pelas correlações da Tabela 4. Entretanto, há diferenças significativas entre as precipitações diárias medidas nas estações. Essa diferença está associada tanto ao relevo quanto as movimentações atmosféricas que influenciam na distribuição de chuvas na região. A correlação cruzada entre os diferentes pontos de medição mostrou um atraso de um dia entre as precipitações na região extremo norte da bacia (através da estação Nexa) e as precipitações na região central e sul (estações Vazante

e Lagamar). Esse atraso pode ser interpretado como uma tendência de movimentação das nuvens no sentido norte-sul.

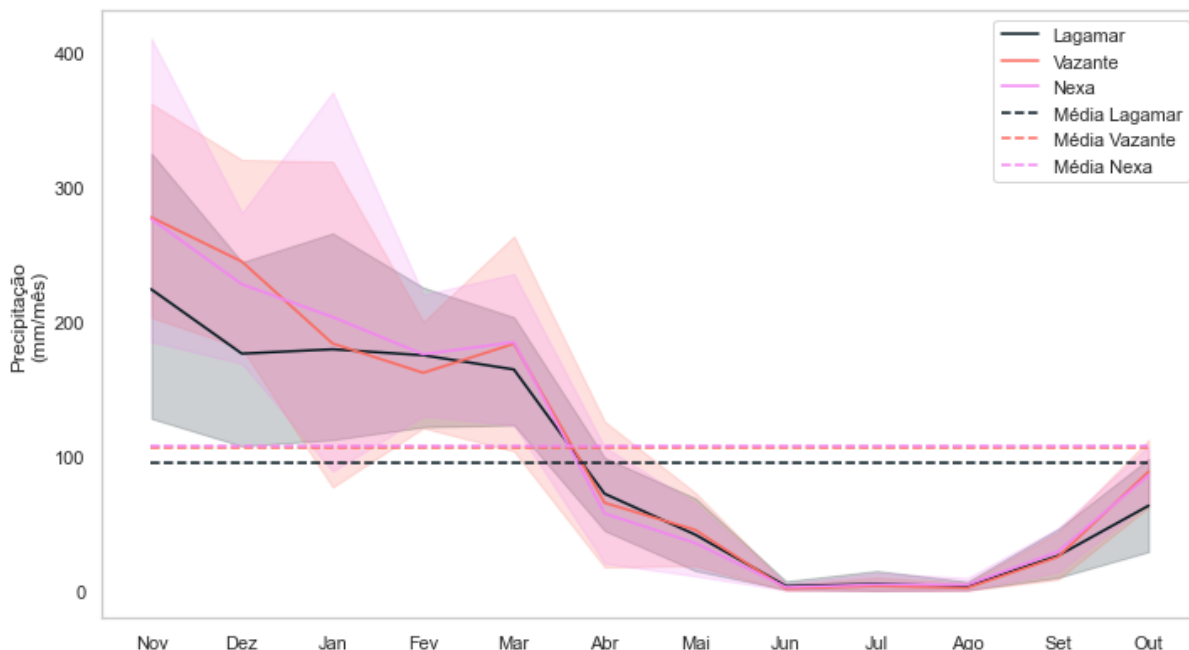
Tabela 4. Correlações de Spearman entre estações. Resultados com $p = 0,00$ em todos os valores.

Estações	Correlação de Spearman		
	Acumulados Diários	Médias Semanais	Médias Mensais
Lagamar e Vazante	0,55	0,84	0,92
Lagamar e Nexa	0,50	0,88	0,95
Vazante e Nexa	0,46	0,86	0,94

Fonte: Elaboração própria. Dados de Ana (2015) e Nexa (2020).

A distribuição média mensal da precipitação para o período compreendido entre 2013 e 2019 na bacia é muito semelhante nas três estações pluviométricas, como é mostrado na Figura 19. A precipitação média mensal para o ano médio na estação de Lagamar, Vazante e Nexa foi de 94 mm, 106 mm e 107 mm, respectivamente. Apesar das médias semelhantes, é possível notar uma grande variabilidade dos valores mensais para um intervalo de confiança de 95% no período chuvoso, mostrando que a intensidade das precipitações para um mesmo mês variou consideravelmente no período analisado. O desvio padrão no mês de janeiro na estação de Lagamar, Vazante e Nexa foi de 114 mm, 182 mm e 205 mm, respectivamente. A maior precipitação mensal acumulada ocorreu no mês de novembro de 2018 na estação Nexa, com 647 mm. O período chuvoso para a bacia corresponde ao intervalo entre novembro e março. Esse período compreende mais de 80% da precipitação anual na bacia. Tal resultado confirma o resultado obtido por Pessoa et al. (2012). A precipitação anual média obtida para a bacia foi de 1263 mm.

Figura 19. Ano médio hidrológico entre 2013 e 2019 para a área de estudo, com intervalo de confiança de 95%.

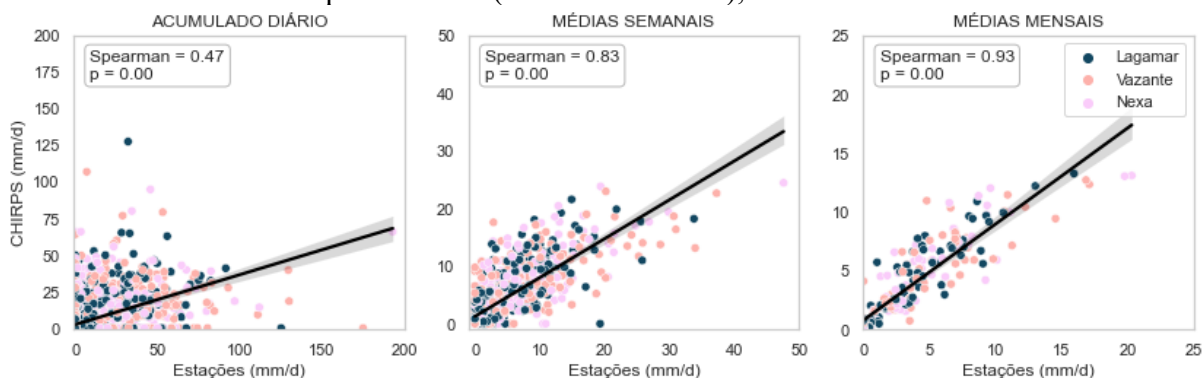


Fonte: Elaboração própria. Dados de Ana (2015) e Nexa (2020).

4.1.1 Análise dos dados do produto CHIRPS

A correlação dos dados de precipitações do produto CHIRPS é mostrada na Figura 20. Para períodos diários, foi obtida média correlação com os dados dos pluviômetros. Para passos de tempo semanal e mensal, a correlação obtida foi alta e muito alta. Os resultados obtidos para períodos mensais estão de acordo com os observados em literatura para outros estudos de caso (COSTA et al., 2019; KATSANOS; RETALIS; MICHAELIDES, 2016).

Figura 20. Distribuição dos dados do produto CHIRPS em relação as estações pluviométricas nas escalas temporais diária (acumulado diário), médias semanal e mensal.



Fonte: Elaboração própria. Dados de Ana (2015), Funk et al. (2015) e Nexa (2020).

O índice KGE e os parâmetros usados em para o cálculo estão listados na Tabela 5. É possível identificar que a dispersão dos dados se aproxima dos dados observados nos agrupamentos semanal e mensal (fator α). Em todas as escalas temporais o balanço de massa (fator β) foi próximo de 1 no período analisado, com erros que não ultrapassam 10%, indicando que as médias dos valores de vazão simulados e observados são próximas. As dispersões vão diminuindo, tornando a séries mais lineares entre si à medida que se utiliza as médias semanal e mensal (fator r).

O fator r indica a sincronia entre os eventos de precipitação simulados e observados. Para fins de cálculo de balanço de massa na bacia, os resultados indicam que já é possível o uso dos dados em escala diária. Entretanto, para a sincronia entre eventos, é importante que a dispersão esteja próxima as dispersões medidas e que os eventos de precipitação sejam linearmente correlacionados aos dados medidos. Os resultados de α e β próximos de 0,80 para agrupamento semanal e de 0,90 para agrupamento mensal indicam uma possível viabilidade no uso do produto CHIRPS na escala semanal.

Tabela 5. Índice KGE e seus parâmetros para os dados do produto CHIRPS e estações pluviométricas entre 2013 e 2019.

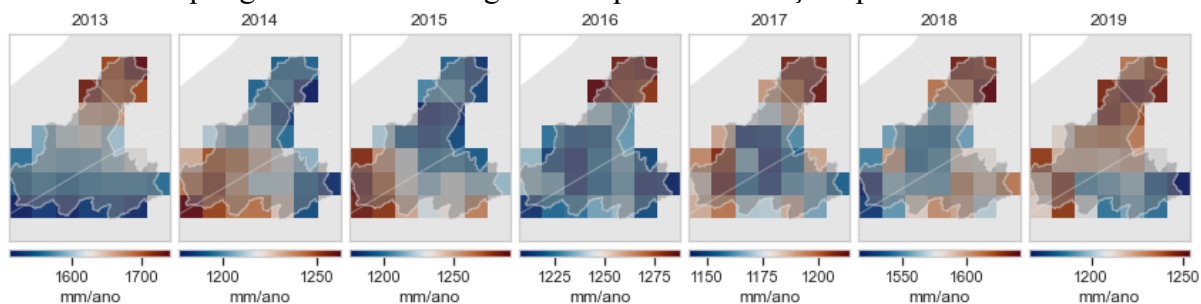
Escala	Estação	α	β	r	KGE
Diária	Lagamar	0,891	1,083	0,476	0,459
	Vazante	0,696	1,055	0,401	0,329
	Nexa	0,825	1,050	0,429	0,400
Semanal	Lagamar	0,933	1,083	0,804	0,777
	Vazante	0,765	1,001	0,791	0,686
	Nexa	0,870	1,051	0,800	0,756
Mensal	Lagamar	0,980	1,083	0,924	0,886
	Vazante	0,864	1,009	0,897	0,830
	Nexa	0,867	1,053	0,899	0,839

Fonte: Elaboração própria.

As precipitações anuais mensuradas pelo produto CHIRPS estão dispostas na Figura 21. É possível notar que a distribuição é praticamente homogênea na bacia em todos os anos, com diferenças no espaço para os valores acumulados de precipitação de 75 a 150 mm. É

possível notar também que houve variação considerável nos valores de precipitação acumulada ao longo dos anos, sendo os anos de 2013 e 2018 os que apresentaram maior valor acumulado.

Figura 21. Precipitação anual acumulada entre 2013 e 2019 pelo produto CHIRPS. Em cinza, os polígonos de Thiessen gerados a partir das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria. Dados: Funk et al. (2015).

4.2 MODELO HIDROLÓGICO

4.2.1 Calibração

Os resultados do modelo para valores de parâmetros iniciais e pós calibração em escala semanal estão dispostos na Tabela 6. A calibração em ambos os casos conseguiu maximizar todos os parâmetros do KGE para ambas as fontes de informação de dados de precipitação, superando o valor estabelecido como mínimo de aceitação de desempenho para o modelo ($KGE=0,5$). Por outro lado, houve diferença significativa no índice para os resultados do modelo utilizando precipitações do CHIRPS e das estações. A razão entre os desvios padrões dos valores de vazão simulados e observados (fator α) indica que o modelo rodado com estações pluviométricas possui desvios com maior similaridade dos desvios medidos nos dados observados. Igualmente, os valores do coeficiente linear de correlação entre simulado e observado (fator r) foram maiores para o modelo com dados das estações pluviométricas, indicando maior sincronia entre os picos de vazões simuladas e observadas. Os valores de conservação da massa (fator β) foram semelhantes para ambas as fontes de dados de precipitação.

Os valores obtidos de KGE para o modelo calibrado nas estações Carrapato e Carranca, com dados dos pluviômetros, não foram próximos ao ideal (valor 1), apesar de terem superado o critério de aceitação estabelecido. A baixa precisão nas estimativas das vazões pelo modelo pode estar atrelada a baixa quantidade de informações sobre os solos na região e a baixa quantidade de estações pluviométricas distribuídas.

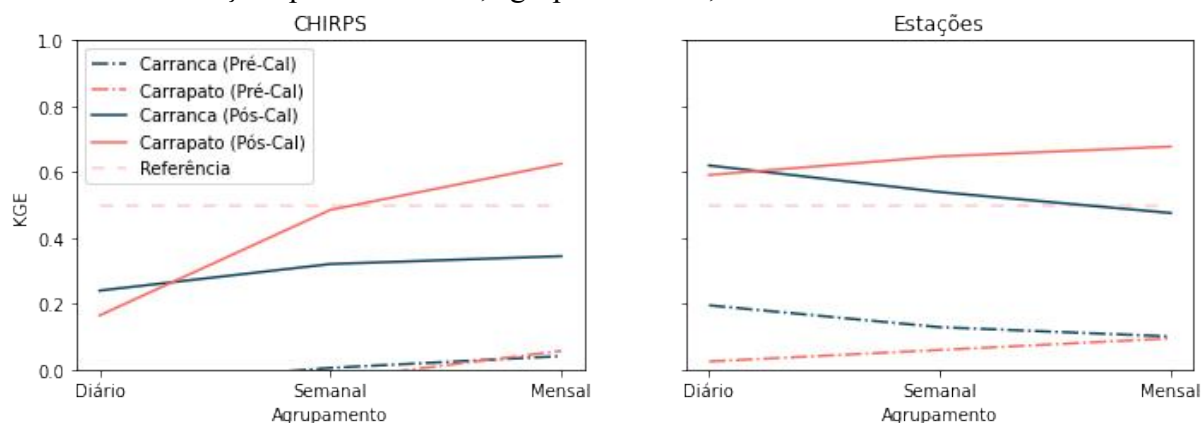
Tabela 6. Índice KGE e variáveis para as estações Carranca e Carrapato, considerando as fontes de dado de precipitação de entrada no modelo e nos estágios de modelo não calibrado e pós calibração. Os índices foram gerados para dados de vazão agrupados semanalmente.

Estágio	Fonte de dados de Precipitação	Estação Fluviométrica	α	β	r	KGE
Modelo Não Calibrado	CHIRPS	Carranca	0,206	0,661	0,506	0,005
		Carrapato	0,230	0,482	0,552	-0,030
	Estações Fluviométricas	Carranca	0,267	0,659	0,676	0,129
		Carrapato	0,271	0,468	0,736	0,060
Pós-Calibração	CHIRPS	Carranca	0,543	0,832	0,526	0,321
		Carrapato	0,750	0,791	0,602	0,485
	Estações Fluviométricas	Carranca	0,735	0,840	0,659	0,539
		Carrapato	0,951	0,788	0,723	0,647

Fonte: Elaboração própria.

Os índices KGE obtidos para cada agrupamento de vazão, com o modelo não calibrado e calibrado, para as estações fluviométricas Carranca e Carrapato estão dispostos na Figura 22. É possível identificar que para qualquer escala de tempo os valores de KGE das estações pluviométricas superam os equivalentes para os dados do CHIRPS. É possível identificar também que os valores de KGE aumentam progressivamente em função da escala temporal analisada. Os valores do índice para o modelo rodado com dados das estações pluviométricas, por sua vez, não seguem uma tendência única. Para a estação Carrapato, o aumento do índice é progressivo. Para a estação Carranca, os índices diminuem de valor à medida que são agrupados semanal e mensalmente. A variação negativa do índice para a estação Carranca ocorre principalmente pela diminuição do fator α , atrelado aos desvios padrões. Neste caso, as variações de vazão em torno da média dos dados modelados ficam menores à medida que se aumenta a escala de tempo de agrupamento das vazões. A escala semanal foi usada na análise do KGE e dos hidrogramas por possibilitar maior detalhamento dos resultados.

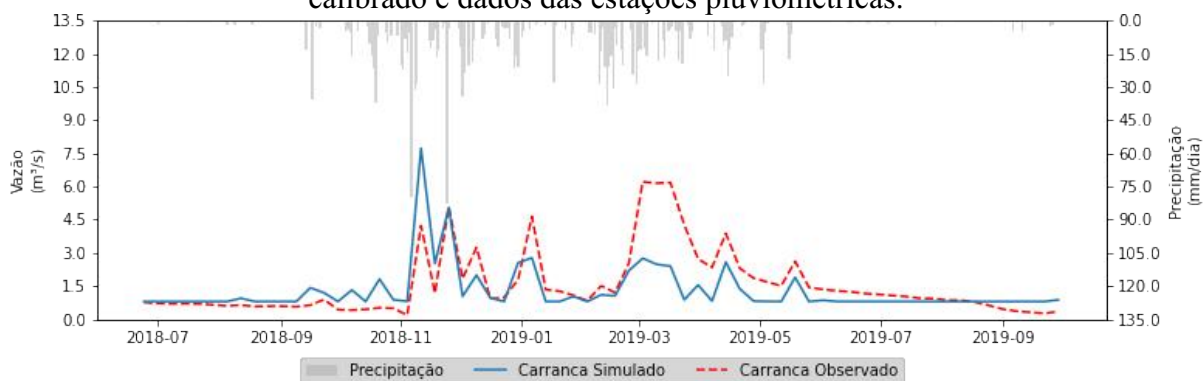
Figura 22. Valores de KGE para os modelos rodados com as fontes de precipitação CHIRPS e estações pluviométricas, agrupados diária, semanal e mensalmente.



Fonte: Elaboração própria.

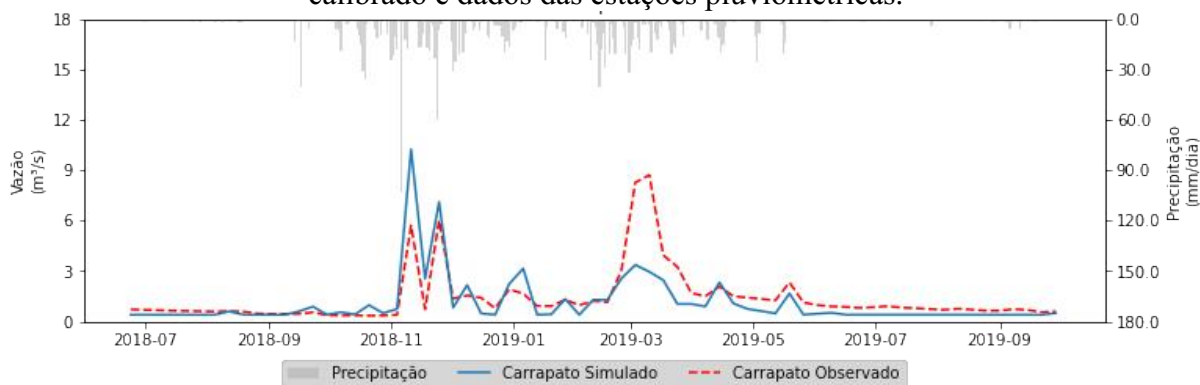
O hidrograma nas estações Carranca e Carrapato para os dados observados das estações pluviométricas no período pós-calibração estão dispostos nas Figura 23 e Figura 24. No mês de março de 2019, fim da estação chuvosa, ocorre um pico de vazão não simulado no modelo em ambas as estações. É possível que este valor tenha sido fruto de uma precipitação ocorrida na área cega das estações pluviométricas, na região sudoeste/central da bacia. Ainda, os picos de vazão podem ter sido atenuados pelas variações do nível estático, fenômeno não modelado neste trabalho. Em ambas as estações ocorre um pico de precipitação em meados de novembro de 2018 que é superestimada pelo modelo. Como as bacias de contribuição das estações estão localizadas a oeste da área de estudo e são, em partes, representadas por estações pluviométricas distantes, é possível que a sequência de eventos de precipitação não tenham sido tão intensa em tais parcelas da bacia.

Figura 23. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Carranca, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 24. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Carrapato, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria.

4.2.2 Validação

O modelo foi validado a partir dos dados de vazão observados na estação fluviométrica Montanhesa. Os resultados de KGE para modelo não calibrado e calibrado, em escala semanal e com os dados das estações pluviométricas estão dispostos na Tabela 7. O modelo calibrado apresentou melhores valores dos fatores α e β que o modelo não calibrado, indicando variação em torno da média condizente com as variações dos dados observados e balanço de massa próximo do valor ideal, superestimado em 12%. A sincronia dos eventos foi levemente mais baixa no modelo calibrado (fator r), mostrando novamente que possivelmente não foram captados ou foram captados erroneamente picos relevantes de precipitação. O resultado está dentro do esperado, dados os valores do índice obtidos do modelo calibrado para as bacias de calibração.

Tabela 7. Índice KGE e variáveis para a estação Montanhesa, considerando as fontes de dado de precipitação de entrada no modelo não calibrado e calibrado. Os índices foram gerados para dados de vazão agrupados semanalmente.

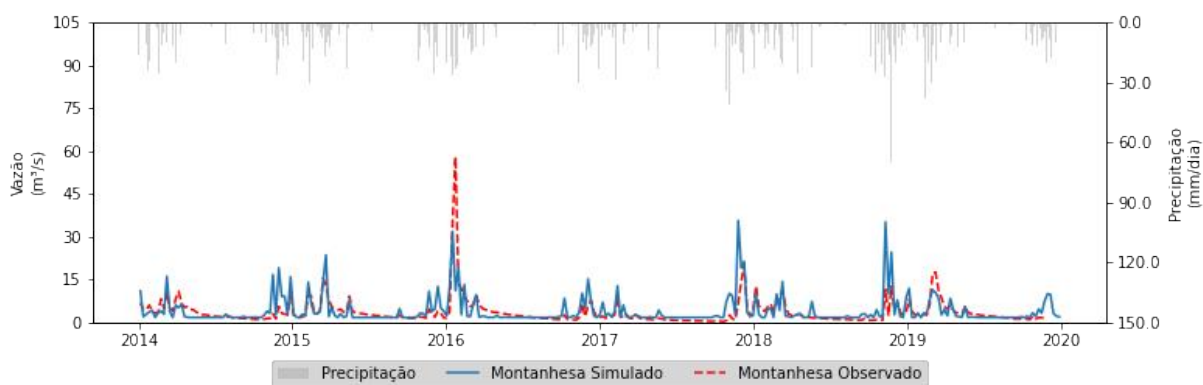
Estágio	α	β	r	KGE
Modelo Não calibrado	0,227	0,658	0,591	0,061
Pós-Calibração	1,035	1,122	0,589	0,570

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 25 é possível identificar a não linearidade de alguns eventos de pico de vazão, como no fim do ano de 2014 e no início de 2016. A não linearidade pode estar relacionada aos locais onde a precipitação ocorreu a montante, principalmente no oeste da bacia onde não há cobertura de estações. Ainda, a generalização dos parâmetros de escoamento nas áreas de escoamento superficial pode ter sido um dos fatores.

É possível identificar a influência da variação do nível estático, evidente no início de 2016, interferindo no escoamento de base e consequentemente modificando as condições de escoamento na bacia. Essa característica foi observada tanto nas estações Carranca e Carrapato quanto na estação Montanhesa.

Figura 25. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Montanhesa, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria.

4.2.3 Considerações Sobre o Resultado da Calibração

O processo de calibração resultou em um valor de condutividade hidráulica em solo saturado com características siltosas referente ao tipo de solo LVe (ver Tabela 8) que não representam a realidade local. Eram esperados valores baixos de condutividade, porém não uma combinação de parâmetros completamente impermeáveis para a área. Os valores calibrados levam a um solo totalmente impermeável e não há infiltração. Portanto, uma parcela bem mais alta da precipitação vira escoamento superficial, atenuando os picos de vazão nesta área e a jusante. O restante dos parâmetros dos solos calibrados ficou dentro da faixa esperada.

Tabela 8. Parâmetros do solo para modelo não calibrado e calibrado.

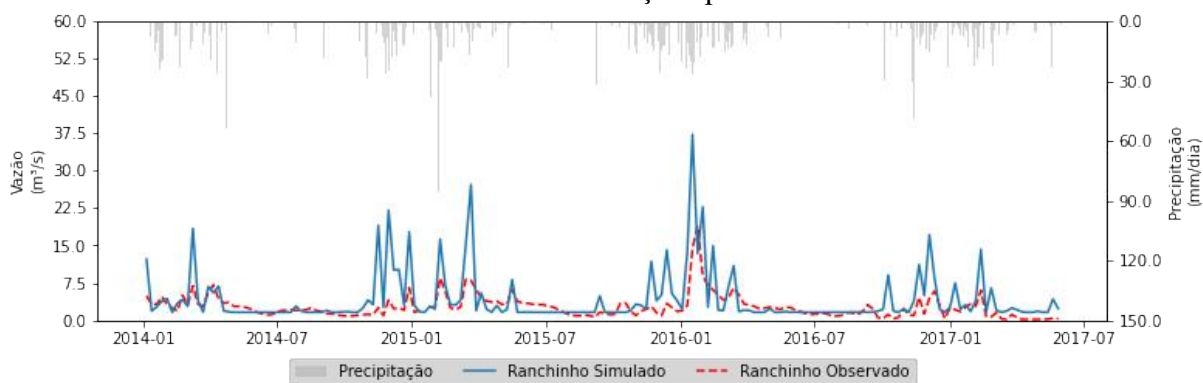
Estágio	Classificação	α (1/cm)	n (-)	k_s (m/s)
Modelo Não Calibrado	LVd	1,19E-02	1,27	4,89E-06
	LVe	1,25E-02	1,25	5,62E-06
	RLd	8,15E-03	1,30	7,11E-06
	RLe	6,22E-03	1,36	7,86E-06
Pós-Calibração	LVd	3,01E-02	1,17	1,81E-05
	LVe	4,18E-02	1,10	5,60E-08
	RLd	5,06E-02	1,16	6,43E-06
	RLe	9,42E-02	1,10	7,09E-06

Fonte: Elaboração própria.

4.2.4 Trecho com Dolinas

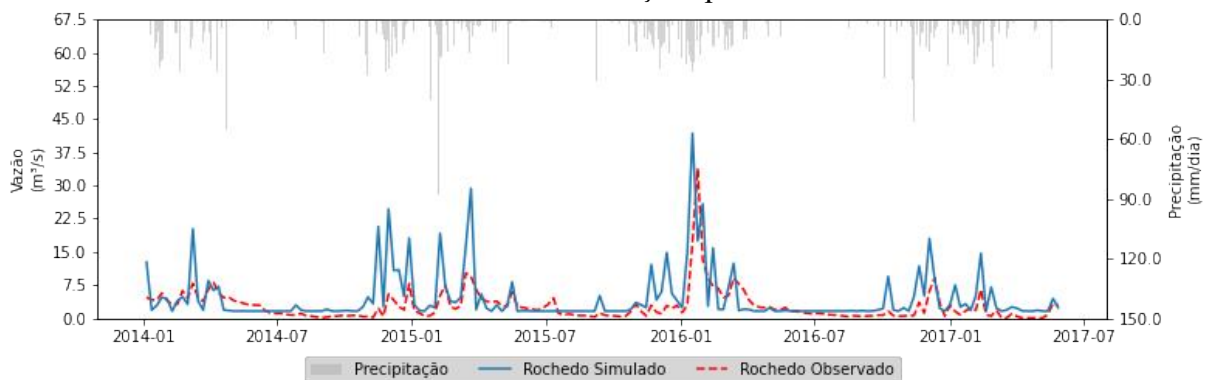
As vazões no trecho com influência de dolinas foram muito mais altas que o esperado para Ranchinho e Rochedo, como pode ser observado através dos hidrogramas das Figura 26 e Figura 27. A impermeabilização do solo LVe é possivelmente uma das causas da atenuação dos picos de vazão. O modelo, portanto, não representa adequadamente as vazões nas estações fluviométricas Ranchinho e Rochedo.

Figura 26. Hidrograma das médias semanais de vazão na estação Ranchinho, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 27. Hidrogramas das médias semanais de vazão na estação Rochedo, com modelo calibrado e dados das estações pluviométricas.

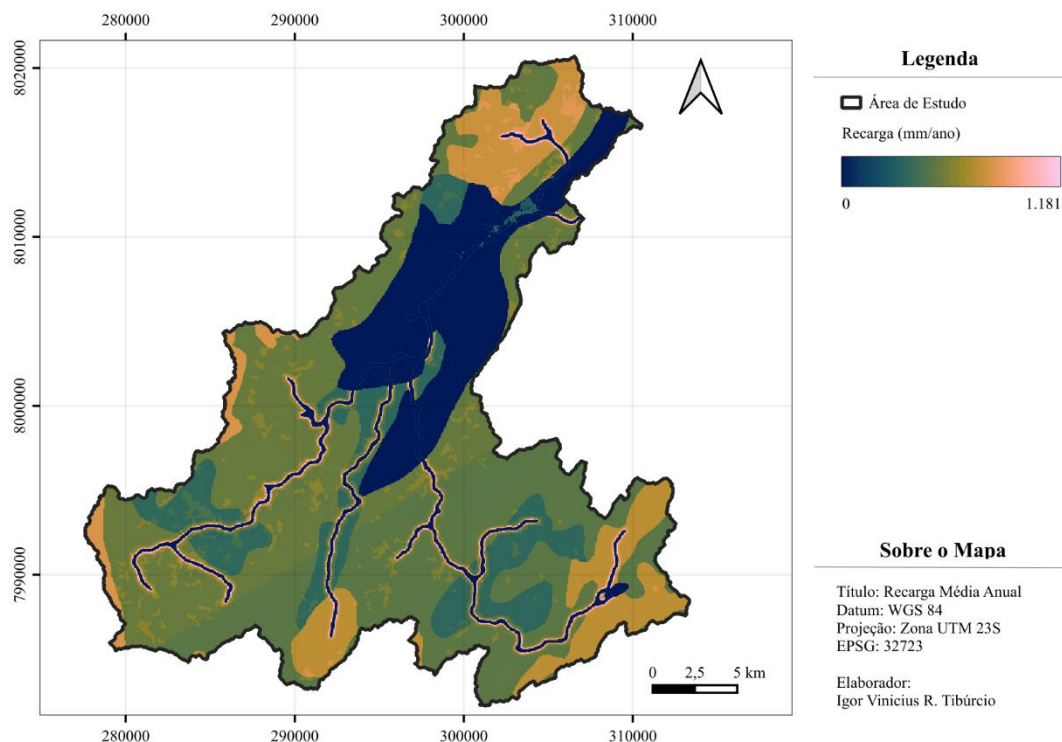


Fonte: Elaboração própria.

4.2.5 Estimativa de Recarga Distribuída na Bacia

Apesar dos resultados do modelo calibrado refletirem em melhores valores numéricos do índice KGE a montante da bacia de estudo, o resultado não foi satisfatório para as estações Ranchinho e Rochedo. Entretanto, o modelo foi capaz de estimar quantitativamente vazões de forma adequada para as estações Carrapato, Carranca e Montanhesa. Tendo em mente que os valores de recarga estão possivelmente subestimados, principalmente na área de abrangência do solo LVe, foram estimados os valores de recarga. A recarga anual média distribuída dos anos de 2014 a 2019 está disposta na Figura 28. O valor médio de recarga anual estimada no período foi de 678 mm, cerca de 54% da precipitação em toda a bacia.

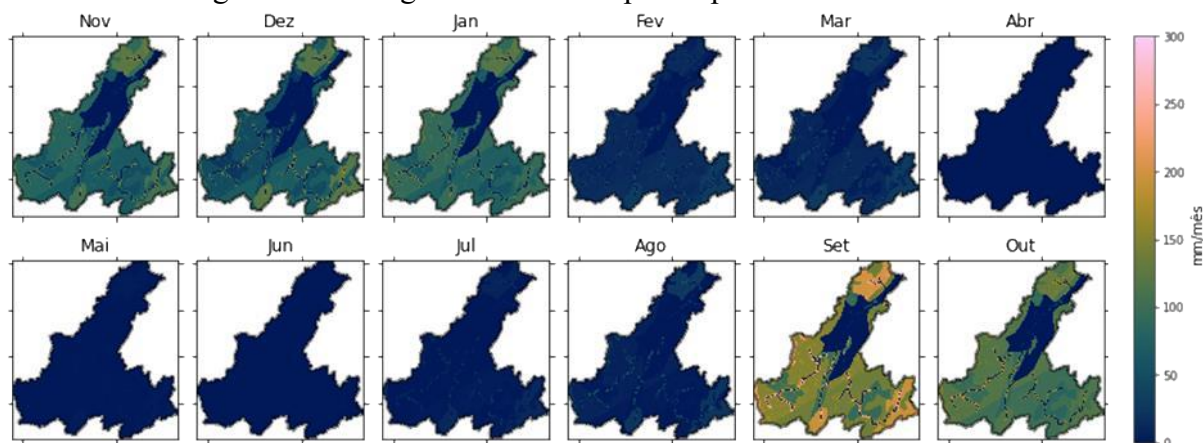
Figura 28. Recarga média anual para o período de 2014 a 2019.



Fonte: Elaboração própria.

A recarga simulada para os meses médios está apresentada na Figura 29. É possível notar que os valores de recarga foram altamente influenciados pelas características do solo, principalmente a condutividade hidráulica em solo saturado, e as intensidades de precipitação. As variações ocorreram de acordo com o esperado para os meses chuvosos e não chuvosos. O mês com menor recarga foi o mês de abril. Por outro lado, o mês de maior recarga foi o mês de setembro, perto do fim a estação seca.

Figura 29. Recarga média mensal para o período de 2014 a 2019.



Fonte: Elaboração própria.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As variações de precipitação acumulada mensal no período chuvoso foram altas, com um desvio padronizado de 205 mm do valor médio de precipitação na bacia estimados através das estações pluviométricas. Os resultados de correlação cruzada indicaram sentido da chuva do norte para o sul, com atraso de um dia entre as precipitações medidas na estação Nexa e as demais. Os valores de correlação entre as estações sugerem homogeneidade das precipitações em toda área de estudo em escalas temporais acima de anuais. De forma consonante, os resultados da precipitação anual acumulada obtidos utilizando o produto CHIRPS evidenciaram uma variação espacial baixa de precipitação nesta escala.

As correlações entre dados de precipitação do produto CHIRPS e das estações pluviométricas foram altas para escalas semanais (0,83, $p=0,00$) e mensais (0,93, $p=0,00$). Para o período entre 2013 e 2019, as relações entre as médias (fator β do índice KGE) foram excelentes, indicando um bom resultado em termos de conservação da massa. A relação entre os desvios padrão de cada média e a correlação linear foram também satisfatórias. Entretanto, os resultados obtidos utilizando o produto CHIRPS no modelo hidrológico não foram iguais ou melhores que os resultados de modelagem utilizando a estimativa de precipitação por polígonos de Thiessen com os dados das estações no período de calibração, em todas as escalas temporais de análise. Era esperado um resultado ao menos igual ao das estações, visto a característica distribuída do produto, a área da bacia, a quantidade de estações e a distribuição das estações na bacia. Para validação, portanto, foram utilizados os dados das estações.

O modelo calibrado apresentou resultados numéricos mais favoráveis do índice KGE para todas as estações a montante. Tal resultado foi validado pelos resultados obtidos para a estação Montanhosa. O processo de calibração, por sua vez, gerou resultados fisicamente fora do esperado para os parâmetros do solo LVe, tornando o solo com característica siltosa e impermeável. Mesmo com as perdas de volume de água para dolinas nos trechos as estações fluviométricas Ranchinho e Rochedo, as vazões foram superestimadas. A superestimativa das vazões na área, atrelada a incerteza das características do solo na região, impossibilitaram a validação do método de modelagem adotado para dolinamento. Portanto, o modelo representa de forma satisfatória somente a parcela a montante de toda a bacia hidrográfica.

O mapa de recarga foi estimado com os resultados do modelo calibrado. Os valores de recarga estão possivelmente subestimados principalmente na região de atuação do solo LVe. Ainda assim, o valor de recarga estimado para o ano médio representa cerca de 54% do valor de precipitação na bacia. O resultado mostra que a distribuição da recarga está intimamente ligada as características dos solos da região e do volume de precipitação.

O presente trabalho utilizou a metodologia de escoamento superficial simplificada para descrever o escoamento na bacia. Tal método faz o uso de parâmetros gerais de declividade e escoamento para estimar características médias das zonas atribuídas. A escolha do método e das zonas de escoamento, baseadas em intervalos lineares das declividades locais, podem ter sido uma limitação do modelo elaborado. Com um maior número de zonas, mais parâmetros precisariam ser calibrados e maior o tempo de processamento necessário. Recomenda-se, em futuras modelagens, a utilização de métodos que reproduzam a vazão considerando um maior nível de detalhamento do relevo e das características intrínsecas de escoamento na região. Para considerar a variação do nível d'água, e conseqüentemente a variação do escoamento de base dos leitos hídricos, recomenda-se também modelar a zona saturada.

A estimativa média da distribuição dos solos, tal como os limites dos valores de parâmetros de calibração, foram fatores que influenciaram de forma significativa nos resultados obtidos. Durante a análise de sensibilidade, as vazões simuladas a partir dos dados de solos brutos foram subestimadas em relação as vazões observadas nas estações fluviométricas. A incerteza dos valores de características hidráulicas dos solos da área de estudo, juntamente com as faixas de valores de parâmetros de calibração pouco restritivas, possibilitou a obtenção de parâmetros calibrados fisicamente fora da realidade dos valores esperados para a bacia.

Portanto, visando a obtenção de resultados de calibração mais próximos à realidade, recomenda-se uma escolha menos abrangente dos intervalos de valores para a calibração.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, M. B. et al. An introduction to the European Hydrological System — Systeme Hydrologique Europeen, “SHE”: History and philosophy of a physically-based, distributed modelling system. **Journal of Hydrology**, v. 87, p. 45–59, 1986.
- ALENCAR, C. A. B. DE et al. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe, p. 98–108, jul. 2009.
- ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements. **FAO Irrigation and Drainage**, v. 300, n. 56, p. 300, 1998.
- ALTHOFF, D. et al. **ETo-Brazil: A Daily Gridded Reference Evapotranspiration Data Set for Brazil - Repository**. v. 3, 2020.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- AMORIM, N. P. L. et al. Caracterização da ictiofauna do rio Santa Catarina (Bacia do São Francisco) no município de Vazante, Minas Gerais. **Evolução e Conservação da Biodiversidade**, v. 4, n. 1, p. 14, 2013.
- ANA. **Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - Hidroweb**. 2005. Disponível em: < <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 17 dez. 2019.
- ANA. **Cursos d'água**. 2017. Disponível em: < <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/f7b1fc91-f5bc-4d0d-9f4f-f4e5061e5d8f>>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- ARAÚJO, E.. **Mineração e Água Subterrânea: Tornando Problemas com As águas Subterrâneas em Soluções**. XX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2018. 11 slides. Disponível em: < https://www.abas.org/xxcabas/apresentacoes/t2_16-30_edmar-eufrasio.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- ASF DAAC; JAXA/METI. **Dataset: ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected high res**. Disponível em: < <https://search.asf.alaska.edu/>>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- BARBOSA, V. R. F.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T.. Amálise Comparativa Entre Modelos Digitais de Elevação (MDE) do Satélite Alos. p. 3327–3330, 2016.
- BITTENCOURT, C.; BESSA, V. DE; ARAÚJO, E. E. DE. The Vazante underground mine, Brazil - An example of controlled water table drawdown in karstic areas. **Geotechnical Special Publication**, n. 183, p. 732–741, 2008.
- BITTENCOURT, C.; DOS REIS NETO, J. M. O sistema cárstico de vazante - Carste em profundidade em metadolomitos do grupo vazante - MG. **Revista Brasileira de Geociencias**,

v. 42, n. 1, p. 1–10, 2012.

BONACCI, O. Hazards caused by natural and anthropogenic changes of catchment area in karst. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 4, n. 5–6, p. 655–661, 2004.

BURGES, S. J. Trends and directions in hydrology. **Water Resources Research**, v. 22, n. 9 S, p. 1S-5S, 1986.

CEOLA, S.; MONTANARI, A.; KOUTSOYIANNIS, D. Toward a theoretical framework for integrated modeling of hydrological change. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 1, n. 5, p. 427–438, 2014.

CHRISTIAN REFSGAARD, J.; STORM, B.; CLAUSEN, T. Système Hydrologique Européen (SHE): review and perspectives after 30 years development in distributed physically-based hydrological modelling. **Hydrology Research**, v. 41, n. 5, p. 355–377, 1 out. 2010.

COSTA, J. C. et al. Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, p. 228–243, 11 jun. 2019.

CPRM. **Metalogenia Das Províncias Minerais Do Brasil : Distrito Zincífero De Vazante , MG – Estado de Minas Gerais**. Brasília: 2015.

DAVID NINANYA DE LA CRUZ, H. **MODELAGEM NUMÉRICA PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE DAS ÁGUAS NA MINERAÇÃO**. Rio de Janeiro, Brazil: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, 18 ago. 2014.

CUNHA, E. R. DA; BACANI, V. M. Influência da resolução do MDE na caracterização morfométrica de bacia hidrográfica. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 59, p. 1029, 2019.
DE OLIVEIRA, R. A.; RAMOS, M. M.; DE AQUINO, L. A. **Irrigation management**. [s.l.] Elsevier Inc., 2015.

DE SOUZA, E. et al. Spatial and temporal potential groundwater recharge: The case of the doce river basin, Brazil. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 43, p. 1–27, 2019.

DEVIA, G. K.; GANASRI, B. P.; DWARAKISH, G. S. A Review on Hydrological Models. **Aquatic Procedia**, v. 4, n. Icwrcoc, p. 1001–1007, 2015.

DHI. **MIKE SHE Volume 1: User Guide. The Experts in Water Environments**, v. 27, n. 1, p. 91–95, 2017a.

DHI. **MIKE SHE User manual volume 2**. v. 2, p. 372, 2017b.

DOHERTY, J. **PEST Manual Part I**. p. 279, 2002.

DOHERTY, J. **PEST Manual Part II**. p. 263, 2021.

DOUMMAR, J.; SAUTER, M.; GEYER, T. Simulation of flow processes in a large scale karst system with an integrated catchment model (Mike She) - Identification of relevant

parameters influencing spring discharge. **Journal of Hydrology**, v. 426–427, p. 112–123, 2012.

DUARTE, M. L. et al. Avaliação de Modelos Digitais de Elevação na delimitação de bacias hidrográficas na região Sul do Amazonas. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**. v. 97, p. 99–107, 2019.

EMBRAPA. **Sistema de Informação de Solos Brasileiros**. 2014. Disponível em: <https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd., 2007. v. 31

FUNK, C. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations - A new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, p. 1–21, 2015.

GUPTA, H. V et al. Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria : Implications for improving hydrological modelling. **Journal of Hydrology**, v. 377, n. 1–2, p. 80–91, 2009.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

JAISWAL, R. K.; ALI, S.; BHARTI, B. Comparative evaluation of conceptual and physical rainfall–runoff models. **Applied Water Science**, v. 10, n. 1, p. 1–14, 2020.

JANŽA, M. Hydrological modeling in the karst area, Rižana spring catchment, Slovenia. **Environmental Earth Sciences**, v. 61, n. 5, p. 909–920, 2010.

JOURDE, H. et al. Dynamics and contribution of karst groundwater to surface flow during Mediterranean flood. **Environmental Geology**, v. 51, n. 5, p. 725–730, 2007.

KATSANOS, D.; RETALIS, A.; MICHAELIDES, S. Validation of a high-resolution precipitation database (CHIRPS) over Cyprus for a 30-year period. **Atmospheric Research**, v. 169, p. 459–464, 2016.

KRISTENSEN, K. J.; JENSEN, S. E. A Model for Estimating Actual Evapotranspiration from Potential Evapotranspiration. **Hydrology Research**, v. 6, n. 3, p. 170–188, 1 jun. 1975.

LINSLEY, R. A. Y. K. Flood Estimates: How Good Are They? v. 22, n. 9, p. 159–164, 1986.

MA, L. et al. MIKE SHE modeling of ecohydrological processes: Merits, applications, and challenges. **Ecological Engineering**, v. 96, n. 2016, p. 137–149, 2016.

MAEGHT, J.-L. et al. How to study deep roots-and why it matters. **Frontiers in Plant Science**. v. 4, 14 p., 2013.

MINAS GERAIS. SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/#>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MONTANARI, A. Uncertainty of Hydrological Predictions. In: **Treatise on Water Science**. [s.l.] Elsevier, 2011. v. 2, p. 459–478.

MORADKHANI, H.; SOROOSHIAN, S. General Review of Rainfall-Runoff Modeling: Model Calibration, Data Assimilation, and Uncertainty Analysis. In: **Hydrological Modelling and the Water Cycle**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 1–24.

MYNENI, R.; KNYAZIKHIN, Y. **VIIRS/NPP Leaf Area Index/FPAR 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V001 [Data set]**. Disponível em: <https://cmr.earthdata.nasa.gov/search/concepts/C1407099490-LPDAAC_ECS.html>. Acesso em: 15 mar. 2021.

NEXA RESOURCES. **Dados de bombeamento por precipitação, precipitação, vazão e dolinas**. Vazante-MG: 2020.

NINANYA, H. et al. Analysis of water control in an underground mine under strong karst media influence (Vazante mine, Brazil). **Hydrogeology Journal**, v. 26, n. 7, p. 2257–2282, 2018.

O'CALLAGHAN, J. F.; MARK, D. M. The extraction of drainage networks from digital elevation data. **Computer Vision, Graphics, and Image Processing**, v. 28, n. 3, p. 323–344, dez. 1984.

PANG, J. et al. Hydrological evaluation of open-access precipitation data using SWAT at multiple temporal and spatial scales. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 24, n. 7, p. 3603–3626, 2020.

PECKHAM, S. D. Chapter 25 Geomorphometry and Spatial Hydrologic Modelling. In: [s.l: s.n.]. p. 579–602.

PESSOA, P. F. P.; FERNANDES, R. A.; KIMURA, G. **Caracterização Hidrogeológica Integrada da Área de Influência da Mina de Zinco da Votorantim Metais, Unidade Vazante/MG**. [s.l: s.n.]. 2020.

PIMENTEL, D. et al. Water resources: Agricultural and environmental issues. **Food, Energy, and Society, Third Edition**, v. 54, n. 10, p. 183–200, 2007.

REFSGAARD, J. C. Terminology, Modelling Protocol And Classification of Hydrological Model Codes. In: **Journal of Chemical Information and Modeling**. [s.l: s.n.]. v. 53p. 17–39.

RIVERA, J. A.; HINRICHS, S.; MARIANETTI, G. Using CHIRPS Dataset to Assess Wet and Dry Conditions along the Semiarid Central-Western Argentina. **Advances in Meteorology**, v. 2019, 2019.

- SANTOS, L. L. DOS. Modelos Hidráulicos-Hidrológicos: Conceitos e Aplicações. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v. 2, p. 1–19, set. 2009.
- SCHAAP, M. G.; LEIJ, F. J.; VAN GENUCHTEN, M. T. Rosetta: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. **Journal of Hydrology**, v. 251, n. 3–4, p. 163–176, 2001.
- SINGH, V. P. Hydrologic modeling: progress and future directions. **Geoscience Letters**, v. 5, n. 1, 2018.
- SOARES CRUZ, M. A. et al. Aplicabilidade da precipitação TRMM para modelagem hidrológica em uma bacia no agreste do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 57–64, 2018.
- TALHA, M. et al. **Journal of African Earth Sciences Numerical modeling techniques for flood analysis**. v. 124, p. 478–486, 2016.
- THOMPSON, J. R. et al. Application of the coupled MIKE SHE/MIKE 11 modelling system to a lowland wet grassland in southeast England. **Journal of Hydrology**, v. 293, n. 1–4, p. 151–179, 2004.
- UFV - CETEC - UFLA - FEAM. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.dps.ufv.br/?page_id=742>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- USDA. **HYDRUS-1D Model : USDA ARS**. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/pacific-west-area/riverside-ca/agricultural-water-efficiency-and-salinity-research-unit/docs/model/hydrus-1d-model/>>. Acesso em: 6 abr. 2021.
- USGS. **Verified Roughness Characteristics of Natural Channels**. Disponível em: <<https://www.wrcamnl.wr.usgs.gov/sws/fieldmethods/Indirects/nvalues/0043.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2021.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892–898, 1980.
- WANG, L.; LIU, H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 20, n. 2, p. 193–213, 2006.
- WARD, R. C. Measuring evapotranspiration; a review. **Journal of Hydrology**, v. 13, n. C, p. 1–21, 1971.
- XU, X. et al. Revisiting Continental U.S. Hydrologic Change in the Latter Half of the 20th Century. **Water Resources Management**, v. 27, n. 12, p. 4337–4348, 2013.

ZHANG, D. INTRODUCTION. In: **Stochastic Methods for Flow in Porous Media**. [s.l: s.n.]. p. 1–39.

ZHANG, S. et al. Hydrological change driven by human activities and climate variation and its spatial variability in Huaihe Basin, China. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61, n. 8, p. 1370–1382, 2016.

ZHANG, Y.; SCHAAP, M. G. Weighted recalibration of the Rosetta pedotransfer model with improved estimates of hydraulic parameter distributions and summary statistics (Rosetta3). **Journal of Hydrology**, v. 547, p. 39–53, 2017.

APÊNDICE A – Índices de Área Foliar entre 2013 e 2019

Tabela 9. Índices de Área Foliar utilizados no modelo entre 2013 e 2019. Unidade: m²/m².
 Siglas: AA – Área Agrícola; CP – Campo; CC – Campo Cerrado; CR – Cerrado; FM – Floresta Estacional Semidecidual Montana; MV – Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas; PN – Pastagem Natural; PP – Pastagem Planada.

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
01/01/2013	2,21	1,97	1,99	2,05	2,28	2,52	2,03	2,02
09/01/2013	0,48	0,66	0,89	0,73	0,81	1,10	0,73	0,66
17/01/2013	2,99	2,34	2,35	2,47	2,82	3,11	2,44	2,37
25/01/2013	1,04	0,98	0,99	0,94	0,88	0,63	0,94	1,11
02/02/2013	2,10	1,67	1,78	1,76	1,96	1,72	1,78	1,80
10/02/2013	2,86	2,38	2,46	2,50	2,75	2,89	2,50	2,52
18/02/2013	2,17	2,20	2,14	2,32	2,65	2,95	2,30	2,23
26/02/2013	1,93	2,37	2,56	2,49	2,78	2,88	2,50	2,55
06/03/2013	1,47	1,87	1,93	1,93	2,12	2,23	1,92	1,85
14/03/2013	1,08	1,71	1,80	1,78	1,95	2,17	1,77	1,72
22/03/2013	1,29	1,88	1,97	2,00	2,40	2,46	1,99	1,92
30/03/2013	1,47	2,08	2,13	2,11	2,24	2,64	2,11	2,07
07/04/2013	1,43	1,82	2,24	1,92	2,15	2,12	1,90	1,93
15/04/2013	1,67	2,02	2,25	2,10	2,29	2,17	2,11	2,17
23/04/2013	1,53	2,04	2,13	2,11	2,36	2,55	2,12	2,06
01/05/2013	1,54	1,89	2,03	1,97	2,16	2,27	1,96	1,92
09/05/2013	1,52	1,83	1,97	1,90	2,14	2,19	1,91	1,85
17/05/2013	1,38	1,63	1,69	1,71	1,90	1,89	1,71	1,63
25/05/2013	1,25	1,47	1,53	1,53	1,73	1,99	1,53	1,43
02/06/2013	1,20	1,41	1,62	1,49	1,70	1,81	1,49	1,48
10/06/2013	1,28	1,56	1,68	1,64	1,86	1,95	1,64	1,62
18/06/2013	1,14	1,40	1,44	1,48	1,66	1,87	1,47	1,43
26/06/2013	1,14	1,47	1,57	1,55	1,75	1,90	1,54	1,48
04/07/2013	0,96	1,29	1,41	1,37	1,57	1,68	1,36	1,31
12/07/2013	0,93	1,29	1,37	1,36	1,55	1,58	1,35	1,27
20/07/2013	0,81	1,15	1,19	1,22	1,39	1,47	1,21	1,13
28/07/2013	0,76	1,13	1,17	1,20	1,39	1,51	1,18	1,11

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
05/08/2013	0,68	0,99	1,00	1,04	1,19	1,26	1,03	0,98
13/08/2013	0,73	1,08	1,08	1,14	1,32	1,48	1,12	1,03
21/08/2013	0,70	1,02	1,04	1,08	1,24	1,42	1,06	0,99
29/08/2013	0,70	1,02	1,04	1,07	1,25	1,30	1,06	0,98
06/09/2013	0,70	1,12	1,09	1,16	1,37	1,57	1,15	1,06
14/09/2013	0,74	1,15	1,15	1,22	1,44	1,61	1,20	1,09
22/09/2013	0,76	1,13	1,12	1,19	1,38	1,55	1,17	1,08
30/09/2013	0,64	0,82	0,86	0,86	0,97	1,16	0,86	0,75
08/10/2013	0,82	1,32	1,41	1,39	1,60	1,76	1,38	1,28
16/10/2013	0,82	1,17	1,18	1,21	1,35	1,50	1,20	1,23
24/10/2013	0,99	1,48	1,57	1,56	1,79	2,00	1,55	1,52
01/11/2013	0,98	1,52	1,65	1,62	1,93	2,41	1,59	1,54
09/11/2013	1,26	1,62	1,81	1,69	1,97	1,96	1,71	1,77
17/11/2013	1,09	1,91	2,16	2,03	2,48	2,58	2,04	1,92
25/11/2013	1,11	1,68	1,85	1,79	1,97	2,48	1,76	1,64
03/12/2013	1,24	1,27	1,32	1,34	1,43	0,87	1,32	1,31
11/12/2013	1,49	2,00	2,26	2,03	2,34	2,86	2,05	2,15
19/12/2013	1,73	1,82	2,04	1,92	2,04	2,29	1,87	1,79
27/12/2013	2,31	2,24	2,37	2,31	2,59	2,71	2,31	2,40
01/01/2014	2,81	2,60	2,74	2,69	3,06	3,58	2,69	2,72
09/01/2014	2,93	2,18	2,30	2,25	2,52	2,34	2,27	2,28
17/01/2014	3,06	2,16	2,28	2,24	2,52	3,04	2,23	2,33
25/01/2014	2,72	2,30	2,42	2,34	2,63	2,78	2,37	2,47
02/02/2014	2,73	2,41	2,63	2,58	3,03	3,15	2,57	2,55
10/02/2014	1,63	1,73	1,78	1,82	2,02	2,28	1,81	1,62
18/02/2014	1,85	2,15	2,12	2,25	2,50	2,17	2,26	2,22
26/02/2014	1,60	1,94	2,09	2,02	2,14	2,43	2,00	1,95
06/03/2014	1,60	2,21	2,23	2,34	2,62	2,70	2,31	2,20
14/03/2014	1,50	1,90	1,70	1,96	2,15	2,41	1,92	1,79
22/03/2014	1,40	1,56	1,72	1,58	1,77	1,84	1,59	1,73
30/03/2014	1,77	2,20	2,26	2,30	2,56	3,06	2,27	2,21
07/04/2014	1,97	2,34	2,44	2,42	2,71	2,64	2,43	2,46

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
15/04/2014	1,85	2,07	2,22	2,15	2,36	2,32	2,14	2,23
23/04/2014	1,68	1,93	2,03	2,01	2,24	2,19	1,99	1,98
01/05/2014	1,81	1,99	2,07	2,06	2,30	2,30	2,05	2,03
09/05/2014	1,66	1,79	1,89	1,86	2,06	1,97	1,86	1,83
17/05/2014	1,48	1,71	1,82	1,78	2,01	2,20	1,77	1,76
25/05/2014	1,48	1,61	1,67	1,68	1,90	1,91	1,68	1,66
02/06/2014	1,31	1,51	1,55	1,56	1,76	1,85	1,56	1,52
10/06/2014	1,07	1,20	1,23	1,27	1,44	1,50	1,25	1,21
18/06/2014	1,03	1,33	1,35	1,39	1,56	1,67	1,37	1,32
26/06/2014	0,95	1,18	1,23	1,23	1,37	1,36	1,22	1,16
04/07/2014	0,91	1,18	1,22	1,24	1,39	1,50	1,22	1,17
12/07/2014	0,89	1,14	1,14	1,19	1,34	1,44	1,18	1,11
20/07/2014	0,76	1,05	1,07	1,10	1,26	1,37	1,09	1,01
28/07/2014	0,67	0,95	0,94	0,99	1,13	1,26	0,99	0,91
05/08/2014	0,71	1,06	1,05	1,11	1,28	1,39	1,10	1,03
13/08/2014	0,71	0,97	0,90	0,99	1,13	1,21	0,99	0,94
21/08/2014	0,69	0,99	0,96	1,03	1,19	1,32	1,02	0,95
29/08/2014	0,68	0,93	0,93	0,95	1,07	1,26	0,95	0,90
06/09/2014	0,77	1,13	1,12	1,18	1,38	1,64	1,17	1,07
14/09/2014	0,73	1,06	1,01	1,08	1,25	1,49	1,07	1,00
22/09/2014	0,77	1,09	1,05	1,12	1,30	1,52	1,11	1,02
30/09/2014	0,75	1,12	1,10	1,16	1,34	1,55	1,14	1,05
08/10/2014	0,73	1,11	1,06	1,14	1,30	1,52	1,12	1,03
16/10/2014	0,71	1,08	1,09	1,11	1,28	1,63	1,09	1,01
24/10/2014	0,77	1,17	1,20	1,21	1,39	1,58	1,19	1,12
01/11/2014	0,58	1,02	1,01	1,06	1,23	1,33	1,05	0,96
09/11/2014	0,76	1,17	1,25	1,20	1,34	1,43	1,20	1,17
17/11/2014	1,14	1,72	1,78	1,78	2,11	2,50	1,77	1,74
25/11/2014	0,95	1,35	1,45	1,34	1,49	1,36	1,33	1,43
03/12/2014	0,94	1,45	1,48	1,48	1,62	1,73	1,48	1,52
11/12/2014	1,26	1,59	1,61	1,64	1,73	1,54	1,61	1,70

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
19/12/2014	1,60	2,21	2,29	2,27	2,58	2,88	2,28	2,36
27/12/2014	1,91	2,29	2,43	2,41	2,74	3,11	2,41	2,41
01/01/2015	2,20	2,06	2,15	2,13	2,47	2,97	2,17	2,13
09/01/2015	2,36	2,37	2,32	2,49	2,83	3,01	2,48	2,42
17/01/2015	2,00	1,87	1,92	1,97	2,22	2,23	1,96	1,94
25/01/2015	2,37	2,07	2,21	2,19	2,50	2,59	2,19	2,21
02/02/2015	1,80	1,53	1,66	1,60	1,77	1,71	1,57	1,61
10/02/2015	2,27	2,04	2,20	2,16	2,40	2,71	2,15	2,11
18/02/2015	2,64	2,31	2,49	2,41	2,66	2,57	2,40	2,51
26/02/2015	2,22	2,44	2,69	2,57	2,90	2,92	2,57	2,55
06/03/2015	1,67	1,68	2,02	1,78	1,92	1,69	1,80	1,88
14/03/2015	0,69	1,21	1,77	1,32	1,53	1,65	1,33	1,35
22/03/2015	1,96	2,34	2,76	2,48	2,84	3,00	2,48	2,51
30/03/2015	1,20	1,42	1,68	1,52	1,76	2,01	1,50	1,54
07/04/2015	1,21	1,90	2,39	2,10	2,41	2,75	2,08	2,17
15/04/2015	1,70	2,24	2,37	2,36	2,65	2,62	2,36	2,39
23/04/2015	1,66	2,08	2,21	2,17	2,36	2,53	2,16	2,17
01/05/2015	1,72	1,90	1,99	1,93	2,07	2,15	1,94	1,98
09/05/2015	1,36	1,58	1,72	1,65	1,81	1,61	1,65	1,57
17/05/2015	1,53	1,44	1,58	1,49	1,62	1,89	1,48	1,57
25/05/2015	1,72	1,84	1,96	1,92	2,12	2,15	1,91	1,91
02/06/2015	1,76	1,82	1,95	1,90	2,11	2,18	1,90	1,92
10/06/2015	1,65	1,62	1,71	1,69	1,88	1,89	1,69	1,70
18/06/2015	1,30	1,35	1,44	1,43	1,61	1,74	1,42	1,41
26/06/2015	1,24	1,41	1,55	1,46	1,65	1,85	1,46	1,42
04/07/2015	1,24	1,31	1,40	1,36	1,52	1,67	1,36	1,34
12/07/2015	1,17	1,27	1,32	1,34	1,50	1,56	1,33	1,29
20/07/2015	1,07	1,29	1,34	1,35	1,52	1,64	1,34	1,27
28/07/2015	0,99	1,20	1,23	1,26	1,43	1,48	1,25	1,17
05/08/2015	0,90	1,13	1,20	1,19	1,35	1,48	1,18	1,10
13/08/2015	0,88	1,11	1,12	1,17	1,32	1,41	1,15	1,07
21/08/2015	0,86	1,06	1,06	1,11	1,24	1,30	1,09	1,03

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
29/08/2015	0,78	1,02	1,02	1,07	1,21	1,33	1,05	0,98
06/09/2015	0,83	1,07	1,09	1,11	1,23	1,32	1,10	1,02
14/09/2015	0,92	1,27	1,28	1,34	1,54	1,69	1,32	1,23
22/09/2015	0,99	1,35	1,37	1,41	1,62	1,80	1,40	1,32
30/09/2015	1,03	1,41	1,42	1,47	1,65	1,86	1,44	1,36
08/10/2015	1,04	1,46	1,43	1,52	1,75	2,01	1,50	1,39
16/10/2015	0,95	1,34	1,31	1,39	1,56	1,75	1,36	1,25
24/10/2015	1,02	1,44	1,38	1,51	1,69	1,80	1,48	1,39
01/11/2015	1,22	1,69	1,68	1,76	1,98	2,29	1,74	1,64
09/11/2015	1,27	1,74	1,70	1,80	2,09	2,24	1,80	1,70
17/11/2015	0,82	1,23	1,23	1,26	1,33	1,24	1,26	1,20
25/11/2015	1,18	1,81	1,92	1,87	2,02	2,20	1,85	1,67
03/12/2015	0,81	0,88	1,00	0,92	0,96	1,01	0,94	0,99
11/12/2015	1,71	1,97	2,12	2,05	2,27	2,29	2,05	2,05
19/12/2015	2,02	2,44	2,53	2,55	2,90	2,94	2,54	2,57
27/12/2015	1,48	1,76	2,01	1,85	2,06	2,57	1,85	1,77
01/01/2016	1,67	1,62	1,73	1,68	1,78	2,18	1,67	1,66
09/01/2016	0,84	0,88	1,25	0,90	0,96	1,92	0,86	1,04
17/01/2016	2,89	1,83	1,94	1,84	1,88	2,17	1,83	1,99
25/01/2016	2,14	1,89	2,19	2,01	2,21	2,31	2,02	2,21
02/02/2016	3,47	2,74	2,86	2,83	3,22	3,44	2,80	2,95
10/02/2016	2,57	2,36	2,25	2,45	2,75	3,10	2,45	2,53
18/02/2016	2,36	2,42	2,41	2,49	2,74	2,78	2,48	2,44
26/02/2016	1,67	1,80	1,92	1,86	2,01	2,05	1,87	1,86
05/03/2016	0,87	1,79	2,22	1,92	2,18	2,59	1,93	1,81
13/03/2016	1,51	2,30	2,52	2,44	2,73	3,08	2,42	2,29
21/03/2016	1,47	2,32	2,49	2,43	2,74	3,05	2,44	2,35
29/03/2016	1,40	2,03	2,12	2,10	2,37	2,85	2,08	2,11
06/04/2016	1,52	2,19	2,26	2,31	2,66	2,87	2,30	2,17
14/04/2016	1,34	1,81	1,79	1,88	2,14	2,18	1,87	1,79
22/04/2016	1,21	1,60	1,61	1,67	1,89	1,95	1,65	1,57

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
30/04/2016	1,15	1,55	1,63	1,62	1,85	2,00	1,61	1,53
08/05/2016	1,09	1,47	1,51	1,55	1,78	1,93	1,53	1,47
16/05/2016	1,08	1,33	1,31	1,39	1,59	1,73	1,39	1,30
24/05/2016	1,08	1,41	1,41	1,48	1,70	1,80	1,47	1,38
01/06/2016	0,94	1,20	1,16	1,25	1,43	1,43	1,24	1,18
09/06/2016	0,88	1,14	1,11	1,19	1,40	1,71	1,18	1,12
17/06/2016	0,83	1,15	1,14	1,20	1,39	1,52	1,19	1,09
25/06/2016	0,78	1,07	1,04	1,12	1,27	1,15	1,11	0,99
03/07/2016	0,81	1,08	1,07	1,13	1,29	1,44	1,12	1,01
11/07/2016	0,77	1,04	1,05	1,09	1,24	1,28	1,08	1,00
19/07/2016	0,71	0,96	0,92	1,00	1,14	1,29	0,99	0,90
27/07/2016	0,71	0,99	0,94	1,04	1,20	1,27	1,03	0,95
04/08/2016	0,66	0,91	0,89	0,94	1,07	1,20	0,93	0,85
12/08/2016	0,69	0,94	0,91	0,97	1,12	1,24	0,96	0,88
20/08/2016	0,66	0,90	0,86	0,94	1,07	1,20	0,93	0,85
28/08/2016	0,74	1,04	1,02	1,08	1,23	1,39	1,07	0,96
05/09/2016	0,67	1,01	0,96	1,04	1,20	1,37	1,03	0,92
13/09/2016	0,77	1,09	1,01	1,12	1,28	1,53	1,11	1,00
21/09/2016	0,61	0,87	0,85	0,90	1,05	1,23	0,89	0,83
29/09/2016	0,62	0,93	0,95	0,96	1,09	1,33	0,96	0,81
07/10/2016	0,78	1,13	1,05	1,16	1,36	1,65	1,15	1,02
15/10/2016	0,79	1,26	1,29	1,28	1,47	1,98	1,28	1,16
23/10/2016	0,84	1,31	1,29	1,36	1,58	1,62	1,35	1,23
31/10/2016	0,91	1,39	1,38	1,45	1,69	1,87	1,42	1,32
08/11/2016	0,77	1,04	0,98	1,05	1,23	0,88	1,05	0,96
16/11/2016	0,79	1,37	1,44	1,39	1,56	1,95	1,38	1,27
24/11/2016	0,82	1,29	1,37	1,38	1,64	2,57	1,39	1,15
02/12/2016	1,13	2,00	2,07	2,08	2,43	2,15	2,09	2,06
10/12/2016	0,45	0,67	0,78	0,68	0,67	0,36	0,69	0,73
18/12/2016	1,43	2,17	2,30	2,30	2,65	2,43	2,29	2,26
26/12/2016	1,44	2,21	2,33	2,34	2,76	2,89	2,33	2,26
01/01/2017	1,47	1,96	2,12	2,10	2,34	2,73	2,06	2,05

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
09/01/2017	1,68	1,82	1,90	1,93	2,19	1,93	1,93	1,99
17/01/2017	2,18	2,05	2,18	2,18	2,54	2,43	2,17	2,23
25/01/2017	2,19	1,75	1,87	1,89	2,19	2,35	1,81	1,90
02/02/2017	1,26	1,51	1,60	1,66	1,90	1,59	1,61	1,71
10/02/2017	1,76	1,99	2,13	2,12	2,44	2,76	2,07	2,03
18/02/2017	2,48	2,04	2,09	2,21	2,53	2,67	2,17	2,27
26/02/2017	1,66	1,66	1,88	1,80	1,96	2,06	1,76	1,75
06/03/2017	1,66	1,89	1,92	1,99	2,23	2,44	1,98	1,99
14/03/2017	1,76	2,04	2,40	2,15	2,41	2,30	2,16	2,18
22/03/2017	1,39	2,11	2,17	2,23	2,59	2,95	2,20	2,18
30/03/2017	1,68	2,28	2,38	2,38	2,71	2,88	2,36	2,39
07/04/2017	1,47	1,92	1,97	2,00	2,27	2,63	1,97	1,92
15/04/2017	1,28	1,85	1,91	1,89	2,07	2,44	1,89	1,80
23/04/2017	1,29	1,68	1,68	1,72	1,89	2,00	1,69	1,60
01/05/2017	1,24	1,49	1,47	1,53	1,69	1,94	1,51	1,44
09/05/2017	1,16	1,42	1,39	1,47	1,63	1,81	1,44	1,40
17/05/2017	0,96	0,89	0,92	0,94	0,99	0,85	0,91	0,88
25/05/2017	1,15	1,45	1,42	1,50	1,67	1,88	1,47	1,49
02/06/2017	1,11	1,41	1,39	1,44	1,58	1,68	1,43	1,41
10/06/2017	1,05	1,38	1,31	1,41	1,57	1,62	1,40	1,33
18/06/2017	0,91	1,18	1,15	1,22	1,32	1,37	1,21	1,18
26/06/2017	0,86	1,19	1,13	1,23	1,38	1,38	1,22	1,15
04/07/2017	0,83	1,14	1,08	1,18	1,31	1,37	1,16	1,10
12/07/2017	0,79	1,08	1,03	1,10	1,22	1,29	1,09	1,02
20/07/2017	0,72	0,99	0,92	1,01	1,11	1,16	1,00	0,93
28/07/2017	0,71	0,98	0,93	1,01	1,11	1,23	1,00	0,92
05/08/2017	0,65	0,89	0,84	0,91	1,00	1,11	0,90	0,84
13/08/2017	0,62	0,87	0,82	0,88	0,98	1,08	0,87	0,81
21/08/2017	0,64	0,85	0,81	0,87	0,96	1,04	0,86	0,81
29/08/2017	0,68	0,94	0,90	0,96	1,08	1,18	0,95	0,88
06/09/2017	0,65	0,92	0,87	0,94	1,04	1,17	0,92	0,85

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
14/09/2017	0,64	0,91	0,84	0,93	1,04	1,25	0,92	0,84
22/09/2017	0,53	0,78	0,74	0,80	0,88	1,00	0,78	0,69
30/09/2017	0,69	1,03	0,95	1,05	1,17	1,34	1,03	0,94
08/10/2017	0,71	1,03	0,99	1,05	1,18	1,38	1,04	0,95
16/10/2017	0,64	0,96	0,96	0,98	1,09	1,30	0,97	0,89
24/10/2017	0,69	0,90	0,89	0,90	0,94	1,24	0,89	0,78
01/11/2017	0,56	0,99	0,90	1,02	1,18	1,66	1,01	0,93
09/11/2017	1,06	1,70	1,69	1,73	1,95	2,17	1,72	1,64
17/11/2017	0,79	1,31	1,25	1,33	1,41	1,35	1,35	1,20
25/11/2017	0,99	1,56	1,54	1,63	1,81	1,87	1,62	1,65
03/12/2017	1,12	1,48	1,51	1,54	1,78	2,13	1,55	1,46
11/12/2017	1,61	1,71	1,63	1,79	2,11	2,13	1,80	1,90
19/12/2017	1,28	1,33	1,42	1,38	1,41	1,32	1,36	1,36
27/12/2017	2,30	2,34	2,51	2,42	2,72	3,41	2,42	2,40
01/01/2018	2,09	1,58	1,51	1,61	1,78	2,38	1,62	1,85
09/01/2018	2,19	1,61	1,69	1,60	1,74	1,88	1,61	1,79
17/01/2018	2,77	2,48	2,62	2,62	2,95	3,06	2,59	2,68
25/01/2018	2,11	1,94	2,04	2,08	2,28	2,74	2,05	2,11
02/02/2018	1,86	1,81	1,84	1,93	2,12	2,98	1,88	1,86
10/02/2018	2,24	1,98	2,07	2,02	2,20	2,05	2,05	2,13
18/02/2018	2,13	2,22	2,44	2,33	2,49	2,72	2,32	2,36
26/02/2018	1,43	1,78	2,20	1,93	2,02	2,72	1,89	1,86
06/03/2018	1,49	2,08	2,10	2,10	2,32	2,72	2,14	2,29
14/03/2018	1,71	2,46	2,65	2,55	2,86	3,50	2,56	2,48
22/03/2018	1,47	2,08	2,32	2,15	2,41	2,71	2,17	2,16
30/03/2018	1,34	1,85	2,01	1,94	2,16	2,28	1,93	1,86
07/04/2018	1,77	2,23	2,34	2,33	2,65	3,10	2,30	2,32
15/04/2018	1,43	1,55	1,44	1,54	1,65	2,19	1,55	1,51
23/04/2018	2,17	2,08	2,12	2,15	2,41	2,67	2,15	2,17
01/05/2018	1,96	1,90	1,92	1,97	2,20	2,32	1,97	1,95
09/05/2018	1,76	1,74	1,83	1,83	2,03	2,07	1,81	1,80
17/05/2018	1,50	1,37	1,31	1,43	1,58	1,73	1,41	1,39

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
25/05/2018	1,56	1,49	1,54	1,55	1,71	1,94	1,53	1,49
02/06/2018	1,37	1,37	1,37	1,43	1,58	1,70	1,41	1,37
10/06/2018	1,27	1,33	1,32	1,39	1,56	1,65	1,37	1,32
18/06/2018	1,05	1,22	1,21	1,28	1,44	1,53	1,27	1,20
26/06/2018	0,96	1,18	1,19	1,24	1,39	1,50	1,21	1,12
04/07/2018	0,87	1,10	1,07	1,14	1,29	1,39	1,13	1,04
12/07/2018	0,82	1,08	1,07	1,14	1,27	1,36	1,12	1,03
20/07/2018	0,78	1,02	0,99	1,07	1,20	1,32	1,05	0,98
28/07/2018	0,76	1,00	0,95	1,04	1,16	1,32	1,02	0,94
05/08/2018	0,74	0,98	0,94	1,02	1,16	1,29	1,01	0,93
13/08/2018	0,70	0,97	0,92	1,01	1,13	1,31	0,99	0,91
21/08/2018	0,68	0,96	0,94	0,99	1,11	1,29	0,97	0,89
29/08/2018	0,75	0,97	0,90	0,98	1,10	1,28	0,97	0,92
06/09/2018	0,74	1,05	0,97	1,08	1,22	1,41	1,06	0,98
14/09/2018	0,54	0,92	0,89	0,96	1,06	1,13	0,94	0,87
22/09/2018	0,83	1,28	1,22	1,31	1,50	1,79	1,30	1,23
30/09/2018	0,93	1,39	1,39	1,44	1,67	2,00	1,42	1,33
08/10/2018	0,84	1,05	1,08	1,10	1,27	1,28	1,09	1,06
16/10/2018	1,13	1,18	1,28	1,19	1,33	1,61	1,20	1,16
24/10/2018	1,24	1,06	1,00	1,08	1,19	1,16	1,08	1,08
01/11/2018	1,08	1,26	1,39	1,30	1,52	2,07	1,28	1,20
09/11/2018	1,44	1,78	1,78	1,85	2,14	2,34	1,83	1,81
17/11/2018	1,34	1,78	1,95	1,86	2,10	2,47	1,86	1,89
25/11/2018	1,18	1,93	2,07	2,01	2,24	2,51	2,01	2,02
03/12/2018	1,62	2,09	2,07	2,12	2,36	2,82	2,13	2,12
11/12/2018	1,70	2,08	2,34	2,15	2,40	2,27	2,16	2,24
19/12/2018	1,88	2,01	2,07	2,09	2,34	2,22	2,08	2,17
27/12/2018	2,16	1,86	1,49	1,78	1,92	2,52	1,81	1,68
01/01/2019	2,33	1,88	1,84	1,94	2,22	2,57	1,95	2,01
09/01/2019	2,46	2,35	2,45	2,51	2,89	3,08	2,50	2,42
17/01/2019	2,84	2,27	2,45	2,40	2,79	2,87	2,38	2,46

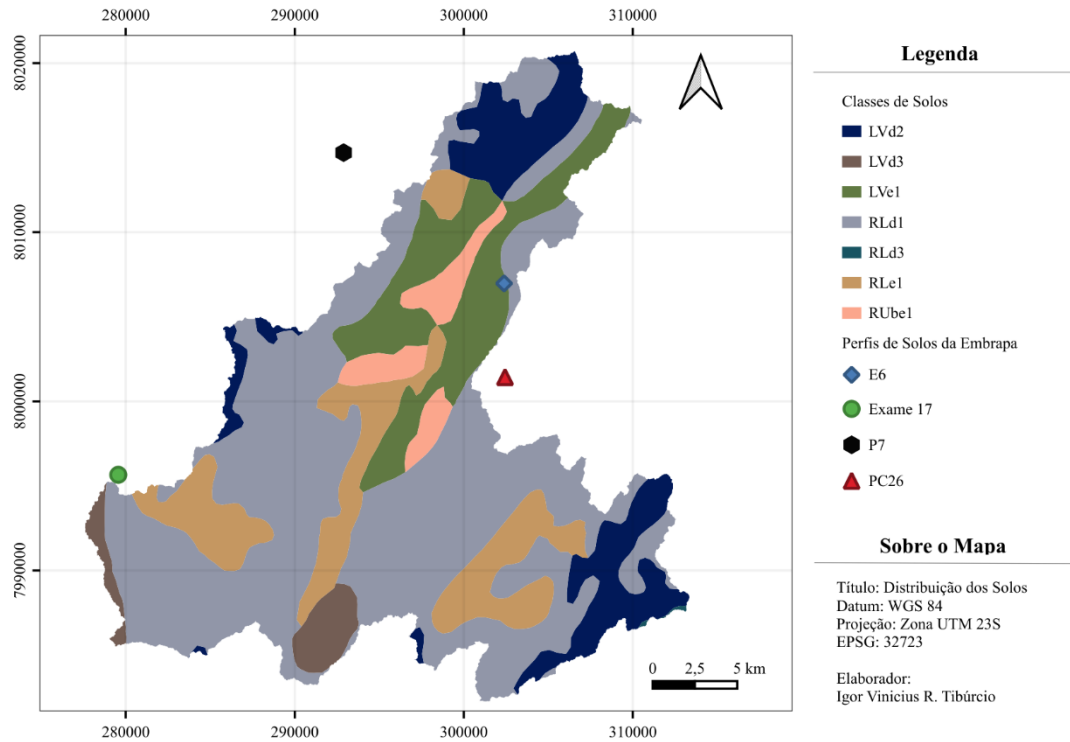
	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
25/01/2019	2,86	2,41	2,48	2,53	2,84	3,08	2,51	2,50
02/02/2019	2,29	2,04	2,05	2,13	2,31	2,65	2,10	2,15
10/02/2019	1,44	1,31	1,33	1,42	1,45	1,34	1,36	1,43
18/02/2019	1,77	2,18	2,35	2,24	2,44	2,39	2,24	2,29
26/02/2019	1,62	2,03	2,00	2,10	2,34	1,93	2,13	2,06
06/03/2019	1,88	2,36	2,65	2,48	2,80	2,96	2,46	2,50
14/03/2019	2,05	2,41	2,43	2,46	2,77	2,82	2,45	2,56
22/03/2019	1,34	1,90	1,92	2,02	2,18	1,66	2,00	2,12
30/03/2019	1,94	2,49	2,56	2,62	3,00	3,28	2,60	2,61
07/04/2019	1,37	1,94	2,23	2,03	2,24	2,23	2,03	2,11
15/04/2019	2,17	2,32	2,42	2,39	2,66	2,79	2,39	2,47
23/04/2019	2,00	1,99	2,07	2,08	2,32	2,49	2,05	2,13
01/05/2019	1,95	2,01	2,20	2,10	2,32	2,45	2,08	2,12
09/05/2019	1,77	1,81	1,84	1,87	2,09	2,23	1,86	1,91
17/05/2019	1,70	1,92	1,98	1,99	2,18	2,26	1,97	1,96
25/05/2019	1,70	1,80	1,82	1,87	2,12	2,11	1,86	1,87
02/06/2019	1,59	1,81	1,95	1,89	2,11	2,20	1,88	1,90
10/06/2019	1,46	1,63	1,68	1,70	1,91	1,95	1,70	1,72
18/06/2019	1,36	1,63	1,66	1,68	1,85	1,94	1,68	1,67
26/06/2019	1,14	1,34	1,32	1,39	1,52	1,69	1,40	1,33
04/07/2019	1,04	1,34	1,38	1,41	1,58	1,63	1,40	1,36
12/07/2019	0,97	1,24	1,27	1,30	1,46	1,56	1,29	1,25
20/07/2019	0,99	1,30	1,26	1,37	1,55	1,64	1,35	1,29
28/07/2019	0,82	1,13	1,15	1,18	1,33	1,54	1,16	1,11
05/08/2019	0,89	1,13	1,09	1,17	1,33	1,55	1,16	1,10
13/08/2019	0,85	1,07	1,06	1,12	1,26	1,32	1,10	1,03
21/08/2019	0,84	1,10	1,08	1,15	1,30	1,40	1,13	1,07
29/08/2019	0,81	1,02	0,97	1,06	1,20	1,34	1,05	0,97
06/09/2019	0,87	1,16	1,09	1,21	1,40	1,59	1,20	1,13
14/09/2019	0,84	1,11	1,06	1,15	1,30	1,45	1,13	1,05
22/09/2019	0,83	1,15	1,12	1,19	1,34	1,55	1,17	1,10
30/09/2019	0,83	1,16	1,14	1,21	1,40	1,65	1,19	1,08

	AA	CP	CC	CR	FM	MV	PN	PP
08/10/2019	0,91	1,32	1,22	1,37	1,58	1,87	1,34	1,21
16/10/2019	0,88	1,32	1,26	1,37	1,57	1,85	1,34	1,23
24/10/2019	1,06	1,42	1,38	1,45	1,61	1,75	1,42	1,33
01/11/2019	1,20	1,63	1,59	1,69	1,98	2,51	1,67	1,54
09/11/2019	1,53	1,94	1,91	2,01	2,32	2,71	1,98	1,86
17/11/2019	1,23	1,79	1,84	1,83	2,10	2,44	1,84	1,76
25/11/2019	1,41	1,99	1,99	2,03	2,30	2,75	2,03	1,94
03/12/2019	1,07	1,11	1,03	1,13	1,40	2,27	1,11	1,17
11/12/2019	1,39	2,20	2,29	2,28	2,53	2,47	2,29	2,28
19/12/2019	1,11	1,50	1,52	1,54	1,71	1,19	1,56	1,51
27/12/2019	1,61	1,86	1,91	1,89	2,09	2,45	1,88	1,84
01/01/2020	2,16	1,85	1,58	1,81	2,02	2,33	1,79	1,70

Fonte: Elaboração própria. Dados do satélite NOAA-20 (MYNENI; KNYAZIKHIN, 2018).

APÊNDICE B – Distribuição dos Solos da Área de Estudo

Figura B1. Distribuição dos Solos na Área de Estudo.



Fonte: Elaboração própria. Dados da distribuição dos solos de UFV - CETEC - UFLA - FEAM (2010).

ANEXO A – Dados Diários de Precipitação

Tabela 10. Precipitações nas estações pluviométricas do SNIRH e na estação do Centro Administrativo da Nexa.

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/01/2013	0	0	0
02/01/2013	0	0	0
03/01/2013	0	0	0
04/01/2013	0	0	0
05/01/2013	0	0	0
06/01/2013	0	0	0
07/01/2013	0	0	0
08/01/2013	0	0	3,1
09/01/2013	1,3	28,9	43,9
10/01/2013	22,7	62	13,4
11/01/2013	21,3	19,9	17,3
12/01/2013	19,9	20,2	9,2
13/01/2013	27,8	20	30,1
14/01/2013	23,2	25,3	23,7
15/01/2013	14,4	35,9	13,3
16/01/2013	6,7	0	1,3
17/01/2013	0	0	1,2
18/01/2013	1,3	0	0
19/01/2013	0	0	3
20/01/2013	0	0	14,7
21/01/2013	0	8,6	3,6
22/01/2013	1,5	3,5	0
23/01/2013	0	12,5	4,3
24/01/2013	16,7	0,5	2,7
25/01/2013	14,5	10	22
26/01/2013	0	0,5	34,5
27/01/2013	37,8	35	23,1

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
28/01/2013	18,2	40,7	9
29/01/2013	22,3	15	18
30/01/2013	13,8	0	1,6
31/01/2013	3,2	0	5,1
01/02/2013	13,4	47	0
02/02/2013	0	23,3	26,3
03/02/2013	14,9	55,1	0
04/02/2013	0	0	9,2
05/02/2013	1,2	28,6	0,2
06/02/2013	0	0	0,6
07/02/2013	1,8	0	0
08/02/2013	0	0	0
09/02/2013	0	0	0
10/02/2013	0	0	0
11/02/2013	0	0	0
12/02/2013	0	0	0
13/02/2013	0	0	0
14/02/2013	0	0	0
15/02/2013	0	0	0
16/02/2013	0	0	0
17/02/2013	0	0	0
18/02/2013	1,5	0	0
19/02/2013	0	0	0
20/02/2013	0	0	0
21/02/2013	0	0	0
22/02/2013	0	0	0
23/02/2013	0	0	0
24/02/2013	0	0	36
25/02/2013	11,3	49,5	0
26/02/2013	0	1	0,9
27/02/2013	13,1	0	2,3

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
28/02/2013	14,7	30	49,5
01/03/2013	9,9	0	4
02/03/2013	9,7	14,8	0,9
03/03/2013	0	0	0
04/03/2013	0	0	0
05/03/2013	0	0	0
06/03/2013	0	0	0
07/03/2013	2,9	0	0
08/03/2013	0	0	0
09/03/2013	0	0	7
10/03/2013	0	0	0
11/03/2013	0	0	16,2
12/03/2013	2,9	13,3	0
13/03/2013	0	0	0,8
14/03/2013	0	0	22,3
15/03/2013	7,5	15,9	16
16/03/2013	3,7	0	0
17/03/2013	0	0	0
18/03/2013	0	0	11,4
19/03/2013	0	0	4,4
20/03/2013	0	17	19
21/03/2013	17,2	28,7	3,5
22/03/2013	3,5	2,8	5,9
23/03/2013	0	0	17,8
24/03/2013	9,9	0	3,1
25/03/2013	18,2	5,6	2,8
26/03/2013	8,1	-	27
27/03/2013	49,2	53,7	67,5
28/03/2013	26,5	71,9	4,5
29/03/2013	5,8	0	0,4

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/03/2013	0	0	2
31/03/2013	7,6	9,9	0
01/04/2013	0	0	0
02/04/2013	0	0	0
03/04/2013	0	0	0
04/04/2013	0	0	1,1
05/04/2013	1,2	2,4	19,7
06/04/2013	22,3	0	36,5
07/04/2013	5,9	0	0
08/04/2013	11,2	20	0,7
09/04/2013	2,3	11	2,5
10/04/2013	5,7	130	81,6
11/04/2013	36,5	0	0,3
12/04/2013	2,1	0	4,3
13/04/2013	26,3	25,2	27,3
14/04/2013	0	30,8	0,5
15/04/2013	0	0	11,7
16/04/2013	0	0	0
17/04/2013	0	0	0
18/04/2013	0	0	0
19/04/2013	0	0	0
20/04/2013	0	0	0
21/04/2013	0	0	0
22/04/2013	0	0	0
23/04/2013	0	0	0
24/04/2013	0	0	0
25/04/2013	0	0	0
26/04/2013	0	0	0
27/04/2013	0	0	0
28/04/2013	0	0	0
29/04/2013	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/04/2013	0	0	0
01/05/2013	0	0	0
02/05/2013	0	0	0
03/05/2013	0	0	0
04/05/2013	0	0	0
05/05/2013	0	0	0
06/05/2013	0	0	0
07/05/2013	0	0	0
08/05/2013	0	0	0
09/05/2013	0	0	0
10/05/2013	0	0	0
11/05/2013	0	0	0
12/05/2013	0	0	0
13/05/2013	0	0	0
14/05/2013	0	0	0
15/05/2013	0	0	0
16/05/2013	0	0	0
17/05/2013	0	0	0
18/05/2013	0	0	0
19/05/2013	0	0	0
20/05/2013	0	0	0
21/05/2013	0	0	0
22/05/2013	0	10	0
23/05/2013	0	1,2	0
24/05/2013	0	0	0
25/05/2013	0	2,4	0
26/05/2013	0	0	0
27/05/2013	0	0	0
28/05/2013	0	0	0,2
29/05/2013	12,9	0	24,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/05/2013	22,1	0	0,4
31/05/2013	1,5	0	0,3
01/06/2013	0	0	1,7
02/06/2013	0	4	3,1
03/06/2013	1,3	0	0
04/06/2013	1,6	6,2	0
05/06/2013	0	0	0,1
06/06/2013	0	0	0
07/06/2013	0	0	0
08/06/2013	0	0	3,7
09/06/2013	0	0	0
10/06/2013	0	0	0
11/06/2013	0	0	0
12/06/2013	0	0	0
13/06/2013	0	0	0
14/06/2013	0	0	0
15/06/2013	0	0	0
16/06/2013	0	0	0
17/06/2013	0	0	0
18/06/2013	0	0	0
19/06/2013	0	0	0
20/06/2013	0	0	0
21/06/2013	0	0	0
22/06/2013	0	0	0
23/06/2013	0	0	0
24/06/2013	0	0	0
25/06/2013	0	0	0
26/06/2013	0	0	0
27/06/2013	0	0	0
28/06/2013	0	0	0
29/06/2013	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/06/2013	0	0	0
01/07/2013	0	0	0
02/07/2013	0	0	0
03/07/2013	0	0	0
04/07/2013	0	0	0
05/07/2013	0	0	0
06/07/2013	0	0	0
07/07/2013	0	0	0
08/07/2013	0	0	0
09/07/2013	0	0	0
10/07/2013	0	0	0
11/07/2013	0	0	0
12/07/2013	0	0	0
13/07/2013	0	0	0
14/07/2013	0	0	0
15/07/2013	0	0	0
16/07/2013	0	0	0
17/07/2013	0	0	0
18/07/2013	0	0	0
19/07/2013	0	0	0
20/07/2013	0	0	0
21/07/2013	0	0	0
22/07/2013	0	0	0
23/07/2013	0	0	0
24/07/2013	0	0	0
25/07/2013	0	0	0
26/07/2013	0	0	0
27/07/2013	0	0	0
28/07/2013	0	0	0
29/07/2013	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/07/2013	0	0	0
31/07/2013	0	0	0
01/08/2013	0	0	0
02/08/2013	0	0	0
03/08/2013	0	0	0
04/08/2013	0	0	0
05/08/2013	0	0	0
06/08/2013	0	0	0
07/08/2013	0	0	0
08/08/2013	0	0	0
09/08/2013	0	0	0
10/08/2013	0	0	0
11/08/2013	0	0	0
12/08/2013	0	0	0
13/08/2013	0	0	0
14/08/2013	0	0	0
15/08/2013	0	0	0
16/08/2013	0	0	0
17/08/2013	0	0	0
18/08/2013	0	0	0
19/08/2013	5,6	0	0
20/08/2013	0	0	0
21/08/2013	0	0	0
22/08/2013	0	0	0
23/08/2013	0	0	0
24/08/2013	0	0	0
25/08/2013	0	0	0
26/08/2013	0	0	0
27/08/2013	0	0	0
28/08/2013	0	0	0
29/08/2013	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/08/2013	0	0	0
31/08/2013	0	0	0
01/09/2013	0	0	0
02/09/2013	0	0	0
03/09/2013	0	0	1,1
04/09/2013	0	0	3,5
05/09/2013	8,7	5,8	0,2
06/09/2013	0	0	0
07/09/2013	0	0	0
08/09/2013	0	0	0
09/09/2013	0	0	0
10/09/2013	0	0	0
11/09/2013	0	0	0
12/09/2013	0	0	0
13/09/2013	0	0	0
14/09/2013	0	0	0
15/09/2013	0	0	0
16/09/2013	0	0	0
17/09/2013	0	0	9,7
18/09/2013	11,7	10	0
19/09/2013	0	0	0
20/09/2013	0	0	0
21/09/2013	0	0	0
22/09/2013	0	0	0
23/09/2013	0	0	5,6
24/09/2013	0	7,1	3,1
25/09/2013	1,5	0	0
26/09/2013	0	0	0
27/09/2013	0	0	0
28/09/2013	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
29/09/2013	0	0	2,3
30/09/2013	1,6	0	31,9
01/10/2013	26,8	25,6	7,4
02/10/2013	6,1	0	33,7
03/10/2013	19,9	6,3	0
04/10/2013	0	17,7	0
05/10/2013	0	0	0
06/10/2013	0	0	0
07/10/2013	0	0	11,2
08/10/2013	8,5	27,7	28,3
09/10/2013	18,9	27,2	0
10/10/2013	0	0	0
11/10/2013	0	0	0
12/10/2013	0	0	0
13/10/2013	0	0	0
14/10/2013	0	0	0
15/10/2013	0	0	0
16/10/2013	0	0	0
17/10/2013	3,1	0	31,1
18/10/2013	7,3	22,3	9,3
19/10/2013	4,5	0	0
20/10/2013	0	11,5	0
21/10/2013	0	0	0
22/10/2013	0	0	17,7
23/10/2013	31,2	0	0
24/10/2013	0	0	0
25/10/2013	0	0	0
26/10/2013	0	0	0
27/10/2013	0	0	0
28/10/2013	0	0	0
29/10/2013	1,7	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/10/2013	1,1	4,1	1,5
31/10/2013	0	0	0
01/11/2013	1,7	0	9,6
02/11/2013	0	0	0
03/11/2013	0	0	0
04/11/2013	0	0	0,5
05/11/2013	0	0,7	7,5
06/11/2013	13,2	9,4	8,2
07/11/2013	11,3	0,7	22,3
08/11/2013	25,7	28,2	0,7
09/11/2013	0	0	0
10/11/2013	0	0	0
11/11/2013	0	0	0,8
12/11/2013	1,2	0	0
13/11/2013	0	30	38,3
14/11/2013	18,9	0	0
15/11/2013	0	0	0
16/11/2013	0	0	0
17/11/2013	0	0	10,4
18/11/2013	1,1	4	1,3
19/11/2013	0	0	0
20/11/2013	0	0	0
21/11/2013	0	0	0
22/11/2013	0	0	0
23/11/2013	0	45,2	33,5
24/11/2013	25,3	8	52,7
25/11/2013	17,5	0	13,7
26/11/2013	14,9	14,3	18,9
27/11/2013	2,5	39,4	0
28/11/2013	6,7	0	3,4

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
29/11/2013	0	0	0
30/11/2013	0	0	8,4
01/12/2013	3,7	3,6	0
02/12/2013	0	0	1,1
03/12/2013	3,6	0	0
04/12/2013	0	0	0
05/12/2013	1,2	0	5,3
06/12/2013	58,1	39	0
07/12/2013	0	0	0,9
08/12/2013	0	0	0
09/12/2013	8,7	0	56,3
10/12/2013	17,5	35,8	15,2
11/12/2013	28,5	44,6	23,2
12/12/2013	33,6	44	34,9
13/12/2013	15,7	51,3	1,4
14/12/2013	1,2	4,6	10,9
15/12/2013	4,4	20	2,5
16/12/2013	3,7	0	19,7
17/12/2013	5,6	0	9,3
18/12/2013	5,3	31	11,3
19/12/2013	13,8	17,2	1,9
20/12/2013	0	0	37,3
21/12/2013	4,2	36,9	14,3
22/12/2013	3,5	0	6,6
23/12/2013	0	27,8	16,3
24/12/2013	8,7	0	0,4
25/12/2013	1,6	0	0
26/12/2013	0	0	18,6
27/12/2013	6,5	22,6	0
28/12/2013	0	0	0
29/12/2013	0	0	36,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/12/2013	18,9	72,2	20,8
31/12/2013	0	0	0
01/01/2014	3,3	3,2	0
02/01/2014	0	0	0
03/01/2014	0	0	0
04/01/2014	0	0	0
05/01/2014	0	0	0
06/01/2014	0	0	0
07/01/2014	0	0	0
08/01/2014	0	0	0
09/01/2014	0	0	0
10/01/2014	6,1	0	0
11/01/2014	0	0	0
12/01/2014	8,6	0	0
13/01/2014	0	0	0
14/01/2014	0	0	0
15/01/2014	0	0	0
16/01/2014	0	0	0
17/01/2014	9,2	0	12,6
18/01/2014	0	22,7	15,3
19/01/2014	14,4	0	0
20/01/2014	0	15	12,5
21/01/2014	1,1	0	0,9
22/01/2014	5,2	5	19,1
23/01/2014	43,3	15	9,4
24/01/2014	0	0	24,7
25/01/2014	4,9	0	0
26/01/2014	0	0	19,1
27/01/2014	0	0	4,8
28/01/2014	5,6	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
29/01/2014	0	0	0
30/01/2014	0	41,6	0
31/01/2014	0	0	0
01/02/2014	0	0	0
02/02/2014	0	0	0
03/02/2014	0	0	0
04/02/2014	0	0	0
05/02/2014	0	0	0
06/02/2014	0	0	0
07/02/2014	0	0	0
08/02/2014	0	0	0
09/02/2014	0	0	0
10/02/2014	0	0	0,9
11/02/2014	0	0	0
12/02/2014	0	0	0
13/02/2014	0	0	0,5
14/02/2014	0	0	15,8
15/02/2014	3,2	27,6	47,6
16/02/2014	37,7	0	2
17/02/2014	26,4	0	1,6
18/02/2014	5,5	0	36,1
19/02/2014	25,8	22,3	2,7
20/02/2014	36,1	0	0
21/02/2014	0	0	0
22/02/2014	0	10,6	0
23/02/2014	0	0	0,9
24/02/2014	0	0	2,5
25/02/2014	37,5	0	0
26/02/2014	0	0	0
27/02/2014	0	0	0
28/02/2014	0	0	0,3

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/03/2014	0	0	27,1
02/03/2014	19,1	0	13,6
03/03/2014	0	20	2,6
04/03/2014	0	0	0
05/03/2014	0	0	0
06/03/2014	0	0	4,1
07/03/2014	32,1	0	79,8
08/03/2014	46,7	111	7,1
09/03/2014	0	0	0
10/03/2014	0	23,4	0
11/03/2014	0	0	0
12/03/2014	0	0	0
13/03/2014	0	0	0
14/03/2014	0	0	0,7
15/03/2014	3,2	0	0,6
16/03/2014	0	0	0
17/03/2014	0	0	0
18/03/2014	0	0	0
19/03/2014	0	0	0
20/03/2014	0	0	0,6
21/03/2014	0	0	0
22/03/2014	0	0	0
23/03/2014	0	0	28,4
24/03/2014	62,5	45,7	18,7
25/03/2014	0	0	6,3
26/03/2014	1,4	5,6	0,1
27/03/2014	0	0	29,3
28/03/2014	4,7	0	0,2
29/03/2014	0	0	16,7
30/03/2014	9,2	0	30,7

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/03/2014	4,3	0	19,8
01/04/2014	49,8	30	7,1
02/04/2014	9,9	0	16,5
03/04/2014	12,2	0	0
04/04/2014	0	0	0
05/04/2014	0	0	0
06/04/2014	0	0	0
07/04/2014	0	0	0
08/04/2014	0	0	0
09/04/2014	0	0	16,7
10/04/2014	0	0	1,6
11/04/2014	0	45	14,7
12/04/2014	22,7	0	0,3
13/04/2014	0	13,2	0
14/04/2014	0	0	0
15/04/2014	0	0	0
16/04/2014	0	0	0
17/04/2014	0	0	2,7
18/04/2014	11,9	0	0
19/04/2014	0	0	0
20/04/2014	0	0	0
21/04/2014	0	0	0
22/04/2014	0	0	3,9
23/04/2014	2,6	0	0,4
24/04/2014	0	0	6,7
25/04/2014	3,3	0	0
26/04/2014	0	0	0
27/04/2014	0	0	0
28/04/2014	0	0	0
29/04/2014	0	0	0
30/04/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/05/2014	0	0	0
02/05/2014	0	0	0
03/05/2014	0	0	0
04/05/2014	0	0	0
05/05/2014	0	0	0
06/05/2014	0	0	0
07/05/2014	0	0	0
08/05/2014	0	0	0
09/05/2014	0	0	0
10/05/2014	0	0	0
11/05/2014	0	0	0
12/05/2014	0	0	0
13/05/2014	0	0	0
14/05/2014	0	0	0
15/05/2014	0	0	0
16/05/2014	0	0	0
17/05/2014	0	0	0
18/05/2014	0	0	0
19/05/2014	0	0	0
20/05/2014	0	0	0
21/05/2014	0	0	0
22/05/2014	0	0	0
23/05/2014	0	0	0
24/05/2014	0	0	0
25/05/2014	0	0	0
26/05/2014	0	0	0
27/05/2014	0	0	0
28/05/2014	0	0	0
29/05/2014	0	0	0
30/05/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/05/2014	0	0	0
01/06/2014	0	0	0,6
02/06/2014	1	0	0
03/06/2014	0	0	0
04/06/2014	0	0	0
05/06/2014	0	0	0
06/06/2014	0	0	0
07/06/2014	0	0	0
08/06/2014	0	0	0
09/06/2014	0	0	0
10/06/2014	0	0	0
11/06/2014	0	0	0
12/06/2014	0	0	0
13/06/2014	0	0	0
14/06/2014	0	0	0
15/06/2014	0	0	0
16/06/2014	0	0	0
17/06/2014	0	0	0
18/06/2014	0	0	0
19/06/2014	0	0	0
20/06/2014	0	0	0
21/06/2014	0	0	0
22/06/2014	0	0	0
23/06/2014	0	0	0
24/06/2014	0	0	0
25/06/2014	0	0	0
26/06/2014	0	0	0
27/06/2014	0	0	0
28/06/2014	0	0	0
29/06/2014	0	0	0
30/06/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/07/2014	0	0	0
02/07/2014	0	0	0
03/07/2014	0	0	0
04/07/2014	0	0	0
05/07/2014	0	0	0
06/07/2014	0	0	0
07/07/2014	0	0	0
08/07/2014	0	0	0
09/07/2014	0	0	0
10/07/2014	0	0	0
11/07/2014	0	0	0
12/07/2014	0	0	0
13/07/2014	0	0	0
14/07/2014	0	0	0
15/07/2014	0	0	0
16/07/2014	0	0	0
17/07/2014	0	0	0
18/07/2014	0	0	0
19/07/2014	0	0	0
20/07/2014	0	0	0
21/07/2014	0	0	0
22/07/2014	0	0	0
23/07/2014	0	0	0
24/07/2014	0	0	5,3
25/07/2014	4,6	0	2,3
26/07/2014	1,2	0	14,7
27/07/2014	15,6	23	8,1
28/07/2014	12,8	0	0
29/07/2014	0	0	0
30/07/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/07/2014	0	0	0
01/08/2014	0	0	0
02/08/2014	0	0	0
03/08/2014	0	0	0
04/08/2014	0	0	0
05/08/2014	0	0	0
06/08/2014	0	0	0
07/08/2014	0	0	0
08/08/2014	0	0	0
09/08/2014	0	0	0
10/08/2014	0	0	0
11/08/2014	0	0	0
12/08/2014	0	0	0
13/08/2014	0	0	0
14/08/2014	0	0	0
15/08/2014	0	0	0
16/08/2014	0	0	0
17/08/2014	0	0	0
18/08/2014	0	0	0
19/08/2014	0	0	0
20/08/2014	0	0	0
21/08/2014	0	0	0
22/08/2014	0	0	0
23/08/2014	0	0	0
24/08/2014	0	0	0
25/08/2014	0	0	0
26/08/2014	0	0	0
27/08/2014	0	0	0
28/08/2014	0	0	0
29/08/2014	0	0	0
30/08/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/08/2014	0	0	0
01/09/2014	0	0	0
02/09/2014	0	0	2,6
03/09/2014	2,9	0	9,4
04/09/2014	3,3	11	0
05/09/2014	0	0	0
06/09/2014	0	0	0
07/09/2014	0	0	0
08/09/2014	0	0	0
09/09/2014	0	0	0
10/09/2014	0	0	0
11/09/2014	0	0	0
12/09/2014	0	0	0
13/09/2014	0	0	0
14/09/2014	0	0	0
15/09/2014	0	0	0
16/09/2014	0	0	0
17/09/2014	0	0	0
18/09/2014	0	0	0
19/09/2014	0	0	0
20/09/2014	0	0	0
21/09/2014	0	0	0
22/09/2014	0	0	0
23/09/2014	4,4	0	0
24/09/2014	0	0	0
25/09/2014	0	0	0
26/09/2014	0	0	0
27/09/2014	0	0	0
28/09/2014	0	0	0
29/09/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/09/2014	0	0	0
01/10/2014	0	0	8,1
02/10/2014	1,3	4,2	0
03/10/2014	0	0	0
04/10/2014	0	0	0
05/10/2014	0	0	0
06/10/2014	0	0	0
07/10/2014	0	0	0
08/10/2014	0	0	0
09/10/2014	0	0	0
10/10/2014	0	0	0
11/10/2014	0	0	0
12/10/2014	0	0	0
13/10/2014	0	0	0
14/10/2014	0	0	0
15/10/2014	0	0	0
16/10/2014	0	0	0
17/10/2014	0	0	0
18/10/2014	0	0	0
19/10/2014	1	0	0
20/10/2014	0	0	0
21/10/2014	0	0	12,4
22/10/2014	6,2	24,5	0,1
23/10/2014	0	0	0
24/10/2014	0	0	0
25/10/2014	0	0	4,9
26/10/2014	3,8	0	1,8
27/10/2014	2,3	21	7,1
28/10/2014	1,1	0	0
29/10/2014	0	0	0
30/10/2014	0	0	1,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/10/2014	1,9	24,8	64
01/11/2014	34,5	0	1,6
02/11/2014	0	0	0
03/11/2014	0	0	0
04/11/2014	0	0	0
05/11/2014	0	0	0,3
06/11/2014	3,1	2,7	3,9
07/11/2014	0	0	16,7
08/11/2014	17,2	21,5	0
09/11/2014	0	0	0
10/11/2014	0	0	12,1
11/11/2014	14,1	18,3	0
12/11/2014	0	0	37,5
13/11/2014	60,1	52,3	8,7
14/11/2014	0	7,2	36,5
15/11/2014	6,7	58,7	10,7
16/11/2014	1,1	0	0
17/11/2014	0	0	0
18/11/2014	0	0	0
19/11/2014	0	0	0
20/11/2014	0	0	0
21/11/2014	0	0	0
22/11/2014	0	0	12,3
23/11/2014	6,9	18	4,1
24/11/2014	11,1	38,2	0,7
25/11/2014	2,3	0	13,9
26/11/2014	18,2	21,5	73,4
27/11/2014	42,1	45	5
28/11/2014	12,6	3,2	32,1
29/11/2014	18,1	33,5	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/11/2014	0	0	10,6
01/12/2014	17,1	13,3	25,1
02/12/2014	9,6	6	3,2
03/12/2014	0	10	0
04/12/2014	0	0	0
05/12/2014	0	0	4,1
06/12/2014	7,6	20	10,1
07/12/2014	14,8	20	3,6
08/12/2014	2,5	0	5,9
09/12/2014	4,6	16,7	7,8
10/12/2014	8,8	0	0
11/12/2014	13,3	0	1,9
12/12/2014	2,1	0	3,4
13/12/2014	31,2	0	12,3
14/12/2014	13,3	41,5	17,4
15/12/2014	13,1	0	7,4
16/12/2014	0	0	0
17/12/2014	0	0	0
18/12/2014	0	0	41,3
19/12/2014	1,7	14,8	0
20/12/2014	0	0	2,3
21/12/2014	12,9	0	45,4
22/12/2014	69,8	54	16,3
23/12/2014	43,3	46	4,3
24/12/2014	6,5	0	0
25/12/2014	0	0	0
26/12/2014	0	0	5,9
27/12/2014	0	0	0
28/12/2014	0	2,9	0
29/12/2014	0	0	0
30/12/2014	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/12/2014	3,5	0	8,9
01/01/2015	0	0	0
02/01/2015	0	0	0
03/01/2015	0	0	6,4
04/01/2015	31,2	12,5	2,7
05/01/2015	2,9	3,9	0
06/01/2015	0	0	0
07/01/2015	0	0	0
08/01/2015	0	0	0
09/01/2015	0	0	0
10/01/2015	0	0	0
11/01/2015	0	0	0
12/01/2015	0	0	0
13/01/2015	0	0	0
14/01/2015	0	0	0
15/01/2015	0	0	0
16/01/2015	0	0	0
17/01/2015	0	0	0
18/01/2015	0	0	0
19/01/2015	0	0	0
20/01/2015	0	0	0
21/01/2015	1	0	0
22/01/2015	0	0	0
23/01/2015	0	0	0,8
24/01/2015	51,1	0	18,6
25/01/2015	0	13,5	5,9
26/01/2015	2,2	6,2	19,1
27/01/2015	7,1	13	0
28/01/2015	0	0	0
29/01/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
30/01/2015	0	0	0
31/01/2015	0	0	0
01/02/2015	0	0	0
02/02/2015	0	0	0
03/02/2015	0	0	0
04/02/2015	0	0	0
05/02/2015	0	0	32,7
06/02/2015	33,1	7	45,7
07/02/2015	0	80,4	35,1
08/02/2015	75,1	33,1	59,8
09/02/2015	82,3	0	7,8
10/02/2015	12,5	0	11,7
11/02/2015	11,1	32,7	0
12/02/2015	0	0	0
13/02/2015	0	0	0
14/02/2015	0	0	0
15/02/2015	0	0	0
16/02/2015	0	0	22,6
17/02/2015	3,7	0	7,2
18/02/2015	2,5	16,5	21,5
19/02/2015	18,8	0	2,8
20/02/2015	9,3	0	0
21/02/2015	0	0	0
22/02/2015	0	0	0
23/02/2015	0	0	0
24/02/2015	0	0	0
25/02/2015	0	0	2,3
26/02/2015	0	0	3,7
27/02/2015	11,9	0	0
28/02/2015	0	15,2	9,4
01/03/2015	14,2	0	30,9

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/03/2015	11,1	15,8	0
03/03/2015	0	0	0
04/03/2015	12,1	0	16,6
05/03/2015	13,9	2,8	21,3
06/03/2015	0	0	0
07/03/2015	0	21,6	0
08/03/2015	9,8	0	5,7
09/03/2015	24,6	0	35,2
10/03/2015	34,8	78,1	1,7
11/03/2015	11,2	0	8,3
12/03/2015	11,1	15,5	3,3
13/03/2015	3,8	0	0
14/03/2015	0	0	13,7
15/03/2015	3,1	0	0
16/03/2015	0	24,6	0
17/03/2015	0	0	7,9
18/03/2015	8,2	42,1	41
19/03/2015	28,8	58,6	28,9
20/03/2015	12,3	0	4,2
21/03/2015	4,5	23,3	12,7
22/03/2015	7,7	28,3	12
23/03/2015	1,1	0	0
24/03/2015	21,2	0	0
25/03/2015	0	0	0
26/03/2015	0	0	0
27/03/2015	0	0	0
28/03/2015	0	0	0
29/03/2015	0	0	0
30/03/2015	0	0	2,1
31/03/2015	0	38	0,3

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/04/2015	0	0	0
02/04/2015	0	0	2,8
03/04/2015	0	0	0
04/04/2015	0	5,3	0
05/04/2015	12,3	0	2,6
06/04/2015	0	0	0
07/04/2015	0	5,1	0
08/04/2015	0	0	2,8
09/04/2015	0	0	0
10/04/2015	0	0	0
11/04/2015	18,5	0	0
12/04/2015	0	0	0
13/04/2015	0	0	0
14/04/2015	0	0	1,7
15/04/2015	0	0	0
16/04/2015	0	0	0
17/04/2015	0	0	0
18/04/2015	0	0	0
19/04/2015	0	0	0
20/04/2015	0	0	12,3
21/04/2015	15,5	15,3	0
22/04/2015	2,4	0	0
23/04/2015	0	0	0
24/04/2015	1,1	0	0
25/04/2015	0	0	1,6
26/04/2015	0	0	0
27/04/2015	0	0	0
28/04/2015	0	0	0
29/04/2015	0	0	0
30/04/2015	0	0	0
01/05/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/05/2015	0	0	0
03/05/2015	0	0	0
04/05/2015	0	0	9
05/05/2015	0	2,3	8,1
06/05/2015	1,2	10,1	2,3
07/05/2015	2,8	0	0
08/05/2015	0	0	0
09/05/2015	0	0	0
10/05/2015	0	0	54,1
11/05/2015	91,5	57,8	5,9
12/05/2015	5,4	0	0
13/05/2015	0	0	0
14/05/2015	0	0	0
15/05/2015	0	0	0
16/05/2015	0	0	0
17/05/2015	0	0	0
18/05/2015	0	0	0
19/05/2015	0	0	0
20/05/2015	0	0	0,6
21/05/2015	0	0	0
22/05/2015	0	0	0
23/05/2015	0	0	0
24/05/2015	0	0	0
25/05/2015	0	0	0
26/05/2015	0	0	0
27/05/2015	0	0	0
28/05/2015	0	0	7,6
29/05/2015	1,5	0	0
30/05/2015	0	0	0
31/05/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/06/2015	0	0	0
02/06/2015	0	0	0
03/06/2015	1,6	0	0
04/06/2015	0	0	0
05/06/2015	0	0	0
06/06/2015	0	0	0
07/06/2015	0	0	0
08/06/2015	0	0	0
09/06/2015	0	0	0
10/06/2015	0	0	0
11/06/2015	0	0	0
12/06/2015	0	0	0
13/06/2015	0	0	0
14/06/2015	0	0	0
15/06/2015	0	0	0
16/06/2015	0	0	0
17/06/2015	0	0	0
18/06/2015	0	0	0
19/06/2015	0	0	0
20/06/2015	0	0	0
21/06/2015	0	0	0
22/06/2015	0	0	0
23/06/2015	0	0	0
24/06/2015	0	0	0
25/06/2015	0	0	0
26/06/2015	0	0	0
27/06/2015	0	0	0
28/06/2015	0	0	0
29/06/2015	0	0	0
30/06/2015	0	0	0
01/07/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/07/2015	0	0	0
03/07/2015	0	0	0
04/07/2015	0	0	0
05/07/2015	0	0	0
06/07/2015	0	0	0
07/07/2015	0	0	0
08/07/2015	0	0	0
09/07/2015	0	0	0
10/07/2015	0	0	0
11/07/2015	0	0	0
12/07/2015	0	0	0
13/07/2015	0	0	0
14/07/2015	0	0	0
15/07/2015	0	0	0
16/07/2015	0	0	0
17/07/2015	0	0	0
18/07/2015	0	0	0
19/07/2015	0	0	0
20/07/2015	0	0	0
21/07/2015	0	0	0
22/07/2015	0	0	0
23/07/2015	0	0	0
24/07/2015	0	0	0
25/07/2015	0	0	0
26/07/2015	0	0	0
27/07/2015	0	0	0
28/07/2015	0	0	0
29/07/2015	0	0	0
30/07/2015	0	0	0
31/07/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/08/2015	0	0	0
02/08/2015	0	0	0
03/08/2015	0	0	0
04/08/2015	0	0	0
05/08/2015	0	0	0
06/08/2015	0	0	0
07/08/2015	0	0	0
08/08/2015	0	0	0
09/08/2015	0	0	0
10/08/2015	0	0	0
11/08/2015	0	0	0
12/08/2015	0	0	0
13/08/2015	0	0	0
14/08/2015	0	0	0
15/08/2015	0	0	0
16/08/2015	0	0	0
17/08/2015	0	0	0
18/08/2015	0	0	0
19/08/2015	0	0	0
20/08/2015	0	0	0
21/08/2015	0	0	0
22/08/2015	0	0	0
23/08/2015	0	0	0
24/08/2015	0	0	0
25/08/2015	0	0	0
26/08/2015	0	0	0
27/08/2015	0	0	0
28/08/2015	0	0	0
29/08/2015	0	0	0
30/08/2015	0	0	0
31/08/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/09/2015	0	0	0
02/09/2015	0	0	0
03/09/2015	0	0	0
04/09/2015	0	0	0
05/09/2015	0	0	0
06/09/2015	0	0	0
07/09/2015	0	0	26,9
08/09/2015	47,9	35	9,1
09/09/2015	29,2	19,3	3,7
10/09/2015	4,3	0	0
11/09/2015	0	3,7	0
12/09/2015	0	0	0
13/09/2015	0	0	0
14/09/2015	0	0	0
15/09/2015	0	0	0
16/09/2015	0	0	0
17/09/2015	0	0	0
18/09/2015	0	0	0
19/09/2015	0	0	0
20/09/2015	0	0	0
21/09/2015	0	0	0
22/09/2015	0	0	0
23/09/2015	0	0	0
24/09/2015	0	0	0
25/09/2015	0	0	0
26/09/2015	0	0	0
27/09/2015	0	0	0
28/09/2015	0	0	0
29/09/2015	0	0	0,3
30/09/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/10/2015	0	0	0
02/10/2015	0	0	0
03/10/2015	0	0	0
04/10/2015	0	0	0
05/10/2015	0	0	0
06/10/2015	0	0	0
07/10/2015	0	0	0
08/10/2015	0	0	0
09/10/2015	0	0	0
10/10/2015	0	0	0
11/10/2015	0	0	-
12/10/2015	0	0	0
13/10/2015	0	0	0
14/10/2015	0	0	0
15/10/2015	0	0	0
16/10/2015	0	0	0
17/10/2015	0	0	0
18/10/2015	0	0	0
19/10/2015	0	0	0
20/10/2015	0	0	0
21/10/2015	0	0	0
22/10/2015	0	0	10,7
23/10/2015	18,2	0	0
24/10/2015	0	0	0
25/10/2015	0	0	3,8
26/10/2015	1,2	0	16,7
27/10/2015	12,9	35,3	20,2
28/10/2015	5,6	0	1,1
29/10/2015	0	0	0
30/10/2015	11,5	0	0
31/10/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/11/2015	0	0	13,4
02/11/2015	22,1	11,4	0,9
03/11/2015	0	0	0
04/11/2015	0	0	0
05/11/2015	0	0	0
06/11/2015	0	0	5,6
07/11/2015	0	3,1	0
08/11/2015	0	11,8	0
09/11/2015	0	0	0
10/11/2015	0	0	0
11/11/2015	0	0	0
12/11/2015	0	0	0
13/11/2015	0	0	19,1
14/11/2015	11,1	14,3	4,9
15/11/2015	0	0	0
16/11/2015	0	0	3,1
17/11/2015	22,3	0	9,4
18/11/2015	21,9	33,3	8
19/11/2015	1,4	0	0,7
20/11/2015	0	61	28,5
21/11/2015	33,5	0	0
22/11/2015	0	0	0
23/11/2015	0	0	18,8
24/11/2015	45,2	21	0
25/11/2015	0	0	0
26/11/2015	0	0	0
27/11/2015	0	0	2,4
28/11/2015	2,3	0	5,5
29/11/2015	11,2	0	0
30/11/2015	0	0	5,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/12/2015	0	0	6,4
02/12/2015	0	0	0,3
03/12/2015	5,2	0	47,5
04/12/2015	8,1	39	4,2
05/12/2015	3,4	7	4,9
06/12/2015	8,3	2,7	4,8
07/12/2015	21,4	23,2	1
08/12/2015	8,9	0	32,8
09/12/2015	37,8	58,9	0
10/12/2015	9,5	0	0
11/12/2015	0	0	2
12/12/2015	0	0	0
13/12/2015	0	0	11,9
14/12/2015	2,1	33	0
15/12/2015	0	0	12,1
16/12/2015	0	0	0
17/12/2015	0	0	0
18/12/2015	0	0	5,4
19/12/2015	11,1	5	0
20/12/2015	0	0	12,6
21/12/2015	13,7	17,7	0
22/12/2015	0	0	0
23/12/2015	6,5	0	0
24/12/2015	0	0	0
25/12/2015	0	0	0
26/12/2015	0	20,1	4,3
27/12/2015	12,5	0	1,1
28/12/2015	0	0	10,03
29/12/2015	13,6	9,6	1,4
30/12/2015	0	0	0,5
31/12/2015	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/01/2016	0	0	0
02/01/2016	0	0	0,4
03/01/2016	2,7	0	13,6
04/01/2016	21,2	0	3,7
05/01/2016	6,7	27,5	28
06/01/2016	9,2	0	0,9
07/01/2016	0	0	2,7
08/01/2016	2,4	24,8	23,3
09/01/2016	15,3	36,1	12,9
10/01/2016	10,9	14,8	2,9
11/01/2016	10,5	0	27,9
12/01/2016	22,2	0	50,3
13/01/2016	41,1	82	24,4
14/01/2016	37,5	0	17,6
15/01/2016	12,1	36,4	11,1
16/01/2016	17,5	50	53,5
17/01/2016	38,4	46,3	24,3
18/01/2016	55,3	15	45,7
19/01/2016	31,2	15	23,9
20/01/2016	17,5	13,5	7,5
21/01/2016	13,2	4,2	13,6
22/01/2016	11,5	23,1	0,6
23/01/2016	0	0	0
24/01/2016	0	0	96,9
25/01/2016	18,7	62,7	0,6
26/01/2016	0	4,3	24,7
27/01/2016	0	64	111,9
28/01/2016	4,9	10,2	2,5
29/01/2016	3,2	0	4
30/01/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/01/2016	0	0	0
01/02/2016	0	0	0
02/02/2016	0	0	0
03/02/2016	5,7	0	0
04/02/2016	0	0	0
05/02/2016	0	0	15,3
06/02/2016	10,1	16,3	0
07/02/2016	0	0	0
08/02/2016	0	0	0
09/02/2016	0	0	0
10/02/2016	0	0	0
11/02/2016	0	20	29,3
12/02/2016	21,2	0	34,2
13/02/2016	10,1	84,6	0
14/02/2016	0	0	2,7
15/02/2016	17,2	6,3	2,9
16/02/2016	5,4	0	0
17/02/2016	0	0	0
18/02/2016	0	0	0
19/02/2016	0	0	0
20/02/2016	0	0	0
21/02/2016	0	0	2,9
22/02/2016	0	0	0
23/02/2016	0	7,3	0
24/02/2016	0	0	0
25/02/2016	0	0	0
26/02/2016	8,1	0	0
27/02/2016	2,2	0	3,3
28/02/2016	0	0	2,6
29/02/2016	5,4	0	0
01/03/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/03/2016	0	0	0
03/03/2016	0	0	0
04/03/2016	0	0	6,7
05/03/2016	24,5	0	0
06/03/2016	0	63,3	39,7
07/03/2016	19,9	0	10,2
08/03/2016	6,4	0	0
09/03/2016	0	0	0
10/03/2016	0	0	27,6
11/03/2016	17,8	38,6	20,1
12/03/2016	35,4	29,3	1,2
13/03/2016	0	0	30,1
14/03/2016	6,1	0	0
15/03/2016	6,3	0	0
16/03/2016	0	0	0
17/03/2016	0	0	0
18/03/2016	0	0	0
19/03/2016	0	0	0
20/03/2016	0	0	0
21/03/2016	0	0	0
22/03/2016	0	0	0
23/03/2016	0	0	0
24/03/2016	0	0	0
25/03/2016	0	0	0,7
26/03/2016	11,3	0	0,4
27/03/2016	0	0	0
28/03/2016	0	0	0
29/03/2016	0	0	0
30/03/2016	0	0	0
31/03/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/04/2016	0	0	0
02/04/2016	0	0	0
03/04/2016	14,7	0	0
04/04/2016	0	0	0
05/04/2016	0	0	0
06/04/2016	0	0	0
07/04/2016	0	0	0
08/04/2016	0	0	0
09/04/2016	0	0	0
10/04/2016	0	0	0
11/04/2016	0	0	0
12/04/2016	0	0	0
13/04/2016	0	0	0
14/04/2016	0	0	0
15/04/2016	0	0	0
16/04/2016	0	0	0
17/04/2016	0	0	0
18/04/2016	0	0	0
19/04/2016	0	0	0
20/04/2016	0	0	0
21/04/2016	0	0	0
22/04/2016	0	0	0
23/04/2016	0	0	0
24/04/2016	0	0	0
25/04/2016	0	0	0
26/04/2016	0	0	1,1
27/04/2016	21	0	0
28/04/2016	0	7,5	0
29/04/2016	0	0	5,7
30/04/2016	0	8,5	0
01/05/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/05/2016	0	0	0
03/05/2016	0	0	0
04/05/2016	0	0	0
05/05/2016	0	0	0
06/05/2016	0	0	0
07/05/2016	0	0	0
08/05/2016	0	0	0
09/05/2016	0	0	0
10/05/2016	0	0	0
11/05/2016	0	0	0
12/05/2016	0	0	0
13/05/2016	0	0	0
14/05/2016	0	0	0
15/05/2016	0	0	0,9
16/05/2016	5,7	0	4,1
17/05/2016	0	2,7	0
18/05/2016	0	0	0
19/05/2016	0	0	0
20/05/2016	0	0	0
21/05/2016	0	0	0
22/05/2016	0	0	0
23/05/2016	0	0	0
24/05/2016	0	0	0
25/05/2016	0	0	0
26/05/2016	0	0	0
27/05/2016	0	0	0
28/05/2016	0	0	0
29/05/2016	0	0	0
30/05/2016	0	0	0
31/05/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/06/2016	0	0	0
02/06/2016	0	0	5,3
03/06/2016	0	0	1,2
04/06/2016	4,1	0	0
05/06/2016	0	0	0
06/06/2016	0	0	0
07/06/2016	0	0	0
08/06/2016	0	0	0
09/06/2016	0	0	0
10/06/2016	0	0	0
11/06/2016	0	0	0
12/06/2016	0	0	0
13/06/2016	0	0	0
14/06/2016	0	0	0
15/06/2016	0	0	0
16/06/2016	0	0	0
17/06/2016	0	0	0
18/06/2016	0	0	0
19/06/2016	0	0	0
20/06/2016	0	0	0
21/06/2016	0	0	0
22/06/2016	0	0	0
23/06/2016	0	0	0
24/06/2016	0	0	0
25/06/2016	0	0	0
26/06/2016	0	0	0
27/06/2016	0	0	0
28/06/2016	0	0	0
29/06/2016	0	0	0
30/06/2016	0	0	0
01/07/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/07/2016	0	0	0
03/07/2016	0	0	0
04/07/2016	0	0	0
05/07/2016	0	0	0
06/07/2016	0	0	0
07/07/2016	0	0	0
08/07/2016	0	0	0
09/07/2016	0	0	0
10/07/2016	0	0	0
11/07/2016	0	0	0
12/07/2016	0	0	0
13/07/2016	0	0	0
14/07/2016	0	0	0
15/07/2016	0	0	0
16/07/2016	0	0	0
17/07/2016	0	0	0
18/07/2016	0	0	0
19/07/2016	0	0	0
20/07/2016	0	0	0
21/07/2016	0	0	0
22/07/2016	0	0	0
23/07/2016	0	0	0
24/07/2016	0	0	0
25/07/2016	0	0	0
26/07/2016	0	0	0
27/07/2016	0	0	0
28/07/2016	0	0	0
29/07/2016	0	0	0
30/07/2016	0	0	0
31/07/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/08/2016	0	0	0
02/08/2016	0	0	0
03/08/2016	0	0	0
04/08/2016	0	0	0
05/08/2016	0	0	0
06/08/2016	0	0	0
07/08/2016	0	0	0
08/08/2016	0	0	0
09/08/2016	0	0	0
10/08/2016	0	0	0
11/08/2016	0	0	0
12/08/2016	0	0	0
13/08/2016	0	0	5,3
14/08/2016	0	0	0
15/08/2016	0	0	3,6
16/08/2016	0	0	8,6
17/08/2016	2,9	0	0
18/08/2016	0	0	0
19/08/2016	0	0	0
20/08/2016	0	0	0
21/08/2016	0	0	0
22/08/2016	0	0	0
23/08/2016	0	0	0
24/08/2016	0	0	0
25/08/2016	0	0	0
26/08/2016	0	0	0
27/08/2016	0	0	0
28/08/2016	0	0	0
29/08/2016	0	0	0
30/08/2016	0	0	0
31/08/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/09/2016	3,5	3	0
02/09/2016	0	0	0
03/09/2016	0	0	0
04/09/2016	0	0	0
05/09/2016	0	0	0
06/09/2016	0	0	0
07/09/2016	0	0	0
08/09/2016	0	0	0
09/09/2016	0	0	0
10/09/2016	0	0	0
11/09/2016	0	0	0
12/09/2016	0	0	0
13/09/2016	0	0	0
14/09/2016	0	0	0
15/09/2016	0	0	0
16/09/2016	0	0	0
17/09/2016	0	0	0
18/09/2016	4,5	0	0
19/09/2016	0	0	0
20/09/2016	0	0	0
21/09/2016	0	0	0
22/09/2016	0	0	0
23/09/2016	0	0	0
24/09/2016	0	0	3,2
25/09/2016	0	9,4	0
26/09/2016	0	0	1,1
27/09/2016	0	0	0
28/09/2016	0	0	0
29/09/2016	0	0	0
30/09/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/10/2016	0	0	3,7
02/10/2016	0	17,2	0
03/10/2016	0	0	52
04/10/2016	76,2	68,4	2
05/10/2016	3,3	4,3	0
06/10/2016	0	0	0
07/10/2016	0	3	0
08/10/2016	0	0	0
09/10/2016	0	0	0
10/10/2016	0	0	0
11/10/2016	0	0	0
12/10/2016	0	0	0
13/10/2016	0	0	0
14/10/2016	0	0	0
15/10/2016	10,2	0	3,7
16/10/2016	0	0	0
17/10/2016	0	0	0
18/10/2016	0	0	0
19/10/2016	0	0	0
20/10/2016	0	0	1,2
21/10/2016	0	0	0
22/10/2016	0	0	0
23/10/2016	0	0	0
24/10/2016	0	0	0
25/10/2016	0	0	0
26/10/2016	0	0	0
27/10/2016	0	0	7,6
28/10/2016	9,9	18,7	0
29/10/2016	0	0	5,8
30/10/2016	0	0	0
31/10/2016	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/11/2016	0	0	0
02/11/2016	0	0	0
03/11/2016	0	0	0,7
04/11/2016	0	0	0
05/11/2016	0	0	2
06/11/2016	1,1	0	1
07/11/2016	0	0	5,5
08/11/2016	5,1	14,2	0
09/11/2016	0	0	0
10/11/2016	0	0	0
11/11/2016	0	0	3,6
12/11/2016	3,2	0	17,6
13/11/2016	55,9	14,2	64,6
14/11/2016	67,5	59,6	27,9
15/11/2016	39,8	17	9
16/11/2016	0	4,1	1,5
17/11/2016	0	4,4	0
18/11/2016	21,2	6,7	2,2
19/11/2016	6,7	0	0
20/11/2016	0	0	0
21/11/2016	0	0	4,1
22/11/2016	2,2	8,3	8
23/11/2016	0	8,5	3,6
24/11/2016	15,9	18,1	0
25/11/2016	0	0	0
26/11/2016	0	0	0
27/11/2016	0	0	1,7
28/11/2016	2,1	24,2	2,6
29/11/2016	4,5	0	14
30/11/2016	2,4	32,1	36,5

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/12/2016	29,8	54,5	0
02/12/2016	0	0	0
03/12/2016	0	6,6	7,5
04/12/2016	9,9	0	4,5
05/12/2016	14,6	14,3	12
06/12/2016	7,8	0	1
07/12/2016	1,9	0	0
08/12/2016	0	0	6,3
09/12/2016	24,5	13,2	0,2
10/12/2016	4,7	14,2	24,5
11/12/2016	22,3	17,5	3,7
12/12/2016	2,4	0	5,1
13/12/2016	5,7	7,3	1
14/12/2016	0	0	1,5
15/12/2016	7,9	0	1
16/12/2016	1,6	0	1,5
17/12/2016	0	0	0
18/12/2016	0	0	0
19/12/2016	0	0	0
20/12/2016	0	0	0
21/12/2016	0	0	0
22/12/2016	0	0	0
23/12/2016	0	0	0
24/12/2016	0	0	0
25/12/2016	0	0	0,6
26/12/2016	0	0	0
27/12/2016	0	0	25,5
28/12/2016	0	17,3	0
29/12/2016	0	0	27
30/12/2016	0	11	0
31/12/2016	4,7	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/01/2017	0	0	0
02/01/2017	0	0	0
03/01/2017	0	0	0
04/01/2017	0	0	4,8
05/01/2017	64,5	11	7,5
06/01/2017	2,1	53,5	2,5
07/01/2017	0	0	0
08/01/2017	0	0	0
09/01/2017	0	0	0
10/01/2017	0	0	0
11/01/2017	0	0	0
12/01/2017	5,1	4,3	32,5
13/01/2017	19,8	0	0
14/01/2017	0	0	3,7
15/01/2017	2,9	0	4,9
16/01/2017	4,8	0	12,5
17/01/2017	9,7	20	0,8
18/01/2017	1,9	0	0,6
19/01/2017	0	0	0
20/01/2017	0	3,2	9,5
21/01/2017	15,2	0	0
22/01/2017	0	0	0,7
23/01/2017	5,2	0	0,6
24/01/2017	4,1	0	0
25/01/2017	3,9	0	1,3
26/01/2017	0	0	0
27/01/2017	0	0	0
28/01/2017	0	0	0
29/01/2017	0	0	0
30/01/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
31/01/2017	0	0	0
01/02/2017	3,7	0	6,1
02/02/2017	6,3	0	2,1
03/02/2017	0	28,5	13,5
04/02/2017	17,2	0	21,9
05/02/2017	31,4	0	45
06/02/2017	34,9	93	0,6
07/02/2017	0	0	0,2
08/02/2017	0	0	0
09/02/2017	0	0	0
10/02/2017	0	0	24,5
11/02/2017	31,2	11	10
12/02/2017	5,6	0	0
13/02/2017	0	0	0
14/02/2017	0	0	0
15/02/2017	0	0	0
16/02/2017	0	0	0
17/02/2017	0	0	0
18/02/2017	0	0	0
19/02/2017	0	0	0
20/02/2017	0	0	0
21/02/2017	0	0	0
22/02/2017	3,9	0	0
23/02/2017	0	0	0
24/02/2017	0	0	0,3
25/02/2017	28,4	60	50
26/02/2017	15,3	0	6,3
27/02/2017	3,1	0	17
28/02/2017	3,9	3,3	4,1
01/03/2017	0	0	2,3
02/03/2017	6,9	0	1,4

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/03/2017	5,4	0,6	0
04/03/2017	0	0	0
05/03/2017	0	0	0
06/03/2017	0	0	0
07/03/2017	0	0	0
08/03/2017	0	0	0
09/03/2017	0	0	0
10/03/2017	0	0	0
11/03/2017	0	0	0
12/03/2017	0	0	0
13/03/2017	0	0	0
14/03/2017	0	0	0
15/03/2017	0	0	0
16/03/2017	0	0	0
17/03/2017	0	0	0
18/03/2017	0	0	2,8
19/03/2017	14,3	0	0
20/03/2017	0	0	16
21/03/2017	11,4	0	0
22/03/2017	0	0	0
23/03/2017	0	0	0
24/03/2017	0	0	0
25/03/2017	0	0	0
26/03/2017	19,1	0	1,1
27/03/2017	0	0	0
28/03/2017	0	0	16,8
29/03/2017	29,5	0	0
30/03/2017	0	0	0
31/03/2017	0	0	0
01/04/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/04/2017	0	0	0
03/04/2017	0	0	0
04/04/2017	0	0	0
05/04/2017	0	0	0
06/04/2017	0	0	0
07/04/2017	0	0	0
08/04/2017	4,1	0	0
09/04/2017	0	0	0
10/04/2017	0	0	0
11/04/2017	0	0	0
12/04/2017	0	0	0
13/04/2017	0	0	0
14/04/2017	0	0	0
15/04/2017	0	0	0
16/04/2017	0	0	0
17/04/2017	0	0	0
18/04/2017	0	0	0
19/04/2017	0	0	0
20/04/2017	0	0	0
21/04/2017	0	0	0
22/04/2017	0	0	0
23/04/2017	0	0	0
24/04/2017	0	0	0
25/04/2017	0	0	0
26/04/2017	0	0	0,7
27/04/2017	0	0	0
28/04/2017	11,9	0	0
29/04/2017	0	0	0
30/04/2017	0	0	0
01/05/2017	0	0	0
02/05/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/05/2017	0	0	0
04/05/2017	0	0	0
05/05/2017	0	0	0
06/05/2017	0	0	0
07/05/2017	0	0	0
08/05/2017	0	0	0
09/05/2017	0	0	0
10/05/2017	0	0	0
11/05/2017	0	0	0
12/05/2017	0	0	0
13/05/2017	0	0	0
14/05/2017	0	0	0
15/05/2017	0	0	0
16/05/2017	3,1	0	0
17/05/2017	0	0	0
18/05/2017	27,5	0	0
19/05/2017	0	0	30
20/05/2017	29,9	38	4
21/05/2017	3,7	-	0
22/05/2017	0	-	0
23/05/2017	0	-	3,7
24/05/2017	0	-	0
25/05/2017	0	-	0
26/05/2017	0	18	0
27/05/2017	0	0	0
28/05/2017	0	0	0
29/05/2017	0	0	0
30/05/2017	0	0	0
31/05/2017	0	0	0
01/06/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/06/2017	0	0	0
03/06/2017	0	0	0
04/06/2017	0	0	0
05/06/2017	0	0	0
06/06/2017	0	0	0
07/06/2017	0	0	0
08/06/2017	0	0	0
09/06/2017	0	0	0
10/06/2017	0	0	0
11/06/2017	0	0	0
12/06/2017	0	0	0
13/06/2017	0	0	0
14/06/2017	0	0	0
15/06/2017	0	0	0
16/06/2017	0	0	0
17/06/2017	0	0	0
18/06/2017	0	0	0
19/06/2017	0	0	0
20/06/2017	0	0	0
21/06/2017	0	0	0
22/06/2017	0	0	0
23/06/2017	0	0	0
24/06/2017	0	0	0
25/06/2017	0	0	0
26/06/2017	0	0	0
27/06/2017	0	0	0
28/06/2017	0	0	0
29/06/2017	0	0	0
30/06/2017	0	0	0
01/07/2017	0	0	0
02/07/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/07/2017	0	0	0
04/07/2017	0	0	0
05/07/2017	0	0	0
06/07/2017	0	0	0
07/07/2017	0	0	0
08/07/2017	0	0	0
09/07/2017	0	0	0
10/07/2017	0	0	0
11/07/2017	0	0	0
12/07/2017	0	0	0
13/07/2017	0	0	0
14/07/2017	0	0	0
15/07/2017	0	0	0
16/07/2017	0	0	0
17/07/2017	0	0	0
18/07/2017	0	0	0
19/07/2017	0	0	0
20/07/2017	0	0	0
21/07/2017	0	0	0
22/07/2017	0	0	0
23/07/2017	0	0	0
24/07/2017	0	0	0
25/07/2017	0	0	0
26/07/2017	0	0	0
27/07/2017	0	0	0
28/07/2017	0	0	0
29/07/2017	0	0	0
30/07/2017	0	0	0
31/07/2017	0	0	0
01/08/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/08/2017	0	0	0
03/08/2017	0	0	0
04/08/2017	0	0	0
05/08/2017	0	0	0
06/08/2017	0	0	0
07/08/2017	0	0	0
08/08/2017	0	0	0
09/08/2017	0	0	0
10/08/2017	0	0	0
11/08/2017	0	0	0
12/08/2017	0	0	0
13/08/2017	0	0	0
14/08/2017	0	0	0
15/08/2017	0	0	0
16/08/2017	0	0	0
17/08/2017	0	0	0
18/08/2017	0	0	0
19/08/2017	0	0	0
20/08/2017	0	0	0
21/08/2017	0	0	0
22/08/2017	0	0	0
23/08/2017	0	0	0
24/08/2017	0	0	0
25/08/2017	0	0	0
26/08/2017	0	0	0
27/08/2017	0	0	0
28/08/2017	0	0	0
29/08/2017	0	0	0
30/08/2017	0	0	0
31/08/2017	0	0	0
01/09/2017	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/09/2017	0	0	0
03/09/2017	0	0	0
04/09/2017	0	0	0
05/09/2017	0	0	0
06/09/2017	0	0	0
07/09/2017	0	0	0
08/09/2017	0	0	0
09/09/2017	0	0	0
10/09/2017	0	0	0
11/09/2017	0	0	0
12/09/2017	0	0	0
13/09/2017	0	0	0
14/09/2017	0	0	0
15/09/2017	0	0	0
16/09/2017	0	0	0
17/09/2017	0	0	0
18/09/2017	0	0	0
19/09/2017	0	0	0
20/09/2017	0	0	0
21/09/2017	0	0	0
22/09/2017	0	0	0
23/09/2017	0	0	0
24/09/2017	0	0	0
25/09/2017	0	0	0
26/09/2017	0	0	0
27/09/2017	0	0	0
28/09/2017	0	0	0
29/09/2017	0	0	7,9
30/09/2017	17,9	0	7
01/10/2017	4,1	6	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/10/2017	3,2	7	14,1
03/10/2017	14,9	0	0
04/10/2017	0	0	0
05/10/2017	0	0	0
06/10/2017	0	0	0
07/10/2017	0	0	0
08/10/2017	0	0	0
09/10/2017	0	0	0
10/10/2017	0	0	0
11/10/2017	0	0	0
12/10/2017	0	0	0
13/10/2017	0	0	0
14/10/2017	0	0	0
15/10/2017	0	0	0
16/10/2017	0	0	0
17/10/2017	0	0	0
18/10/2017	0	0	0
19/10/2017	0	0	0
20/10/2017	0	0	0
21/10/2017	0	0	0
22/10/2017	0	0	0
23/10/2017	0	0	0
24/10/2017	0	0	0
25/10/2017	1,9	0	0
26/10/2017	0	0	0
27/10/2017	0	0	61
28/10/2017	42,5	83	3,9
29/10/2017	6,6	0	0
30/10/2017	0	0	4
31/10/2017	39,7	13,3	27,5
01/11/2017	52,7	38,8	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/11/2017	10,1	0	0
03/11/2017	38,4	0	0
04/11/2017	0	0	40
05/11/2017	39,7	18,5	0,9
06/11/2017	0	0	0
07/11/2017	0	0	0
08/11/2017	0	0	4,2
09/11/2017	0	3,2	2,5
10/11/2017	0	15,5	27,2
11/11/2017	28,1	23,3	12,7
12/11/2017	6,9	26	0
13/11/2017	0	0	0
14/11/2017	0	0	0
15/11/2017	0	0	0
16/11/2017	39,8	0	0
17/11/2017	0	0	0
18/11/2017	0	0	1,7
19/11/2017	5,5	0	9,4
20/11/2017	5,8	16	16,2
21/11/2017	0	0	17,5
22/11/2017	32,1	18,5	15,2
23/11/2017	2,3	4,2	13,7
24/11/2017	13,7	4,3	17,3
25/11/2017	4,2	175	3,8
26/11/2017	6,8	19,8	3,5
27/11/2017	1,6	4,5	0,9
28/11/2017	0	0	0
29/11/2017	0	0	8
30/11/2017	29,9	0	0,4
01/12/2017	0	9,5	9

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/12/2017	9,9	40	69,7
03/12/2017	41,2	80	7,2
04/12/2017	27,4	40	27,3
05/12/2017	0	0	1,5
06/12/2017	45,6	29,7	29,3
07/12/2017	21,2	30	33,4
08/12/2017	3,8	41	22,7
09/12/2017	11,6	6,3	0,5
10/12/2017	19,5	0	0
11/12/2017	0	0	32
12/12/2017	3,5	0	0
13/12/2017	0	0	16
14/12/2017	8,2	6,2	26
15/12/2017	8,4	11	12
16/12/2017	44,5	0	0
17/12/2017	0	0	0
18/12/2017	0	0	0
19/12/2017	0	0	0
20/12/2017	0	0	0
21/12/2017	0	0	0
22/12/2017	0	0	0
23/12/2017	14,4	0	0
24/12/2017	0	0	0
25/12/2017	0	0	0
26/12/2017	0	0	4,3
27/12/2017	9,8	0	0
28/12/2017	0	0	0
29/12/2017	5,4	0	0
30/12/2017	6,2	0	22,2
31/12/2017	0	11	0
01/01/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/01/2018	0	0	7,5
03/01/2018	0	0	10,8
04/01/2018	35,4	3,7	23,4
05/01/2018	17,1	73	12,1
06/01/2018	52,2	0	5,3
07/01/2018	7,6	0	12,4
08/01/2018	16,3	6,5	4,2
09/01/2018	0	0	0
10/01/2018	0	0	0
11/01/2018	0	0	0
12/01/2018	0	0	0
13/01/2018	0	0	23
14/01/2018	0	16,5	0
15/01/2018	0	0	0
16/01/2018	0	0	0
17/01/2018	0	0	0
18/01/2018	0	0	0
19/01/2018	0	0	0
20/01/2018	0	0	0
21/01/2018	0	0	0
22/01/2018	0	0	0
23/01/2018	0	0	0
24/01/2018	0	0	0
25/01/2018	0	0	0
26/01/2018	0	0	0
27/01/2018	0	0	3
28/01/2018	1,2	0	2,2
29/01/2018	0	0	0,7
30/01/2018	0	4,7	11,5
31/01/2018	11,3	15,1	45,6

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
01/02/2018	25,6	11,9	9,5
02/02/2018	0	0	10,8
03/02/2018	3,2	21,5	5,6
04/02/2018	10,6	12,5	2,5
05/02/2018	3,2	26,4	29
06/02/2018	6,8	0	15
07/02/2018	15,2	0	0
08/02/2018	0	0	0
09/02/2018	4,2	0	2
10/02/2018	10,4	0	0
11/02/2018	0	0	0,4
12/02/2018	0	0	0
13/02/2018	0	0	0
14/02/2018	0	0	0
15/02/2018	0	0	6,4
16/02/2018	0	0	0
17/02/2018	0	0	0
18/02/2018	0	0	2,5
19/02/2018	24,5	0	30
20/02/2018	5,7	11,6	4
21/02/2018	8,9	25,5	40
22/02/2018	17,1	0	0
23/02/2018	0	23,3	17
24/02/2018	4,8	36,5	0
25/02/2018	1,2	-	7,2
26/02/2018	34,5	18,2	9,4
27/02/2018	6,4	0	0
28/02/2018	0	0	0
01/03/2018	0	0	5,4
02/03/2018	2,7	0	0
03/03/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/03/2018	0	0	0
05/03/2018	35,1	22	0
06/03/2018	9,8	0	2
07/03/2018	2,4	6,8	45
08/03/2018	0	24	3,5
09/03/2018	8,8	44	5,2
10/03/2018	3,6	21	68
11/03/2018	6,1	0	27,2
12/03/2018	16,2	0	0
13/03/2018	0	0	0
14/03/2018	0	0	0
15/03/2018	0	0	0
16/03/2018	0	7,2	3
17/03/2018	9,5	0	0
18/03/2018	0	0	0
19/03/2018	0	0	0
20/03/2018	0	0	0
21/03/2018	0	0	0
22/03/2018	0	0	0
23/03/2018	0	0	0
24/03/2018	10,1	0	0
25/03/2018	0	0	1
26/03/2018	0	0	0
27/03/2018	2,9	0	0
28/03/2018	0	0	0
29/03/2018	0	0	0
30/03/2018	0	0	0
31/03/2018	0	0	0
01/04/2018	0	-	0
02/04/2018	1,2	-	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/04/2018	0	-	0
04/04/2018	0	-	0
05/04/2018	1,1	-	0
06/04/2018	9,3	-	0
07/04/2018	0	-	0
08/04/2018	0	-	0
09/04/2018	1,8	-	0
10/04/2018	0	-	0
11/04/2018	0	-	0,4
12/04/2018	7,8	-	7,6
13/04/2018	8,9	-	0
14/04/2018	0	-	8,2
15/04/2018	2,6	-	20,3
16/04/2018	31,1	-	2,3
17/04/2018	0	-	0
18/04/2018	0	-	0
19/04/2018	0	-	0
20/04/2018	0	-	0
21/04/2018	0	-	0
22/04/2018	0	-	0
23/04/2018	0	-	0
24/04/2018	0	-	0
25/04/2018	0	-	0
26/04/2018	0	-	0
27/04/2018	0	-	0
28/04/2018	0	-	0
29/04/2018	0	-	0
30/04/2018	0	-	0
01/05/2018	0	0	0
02/05/2018	0	0	0
03/05/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/05/2018	0	0	0
05/05/2018	0	0	0
06/05/2018	0	0	0
07/05/2018	0	11,5	0
08/05/2018	0	0	0
09/05/2018	0	0	0
10/05/2018	0	0	0
11/05/2018	0	0	0
12/05/2018	0	0	0
13/05/2018	0	4,9	0
14/05/2018	0	0	0
15/05/2018	0	0	0
16/05/2018	0	74,3	0
17/05/2018	0	4,2	0
18/05/2018	0	0	0
19/05/2018	0	0	0
20/05/2018	4,9	0	0
21/05/2018	0	0	0
22/05/2018	0	0	0
23/05/2018	0	0	0
24/05/2018	0	0	0
25/05/2018	0	0	0
26/05/2018	0	14	0
27/05/2018	0	0	0
28/05/2018	0	0	0
29/05/2018	0	0	0
30/05/2018	0	0	0
31/05/2018	0	0	0
01/06/2018	0	0	0
02/06/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/06/2018	0	0	0
04/06/2018	0	0	0
05/06/2018	0	0	0
06/06/2018	0	0	0
07/06/2018	0	0	0
08/06/2018	0	0	0
09/06/2018	0	0	0
10/06/2018	0	0	0
11/06/2018	0	0	0
12/06/2018	0	0	0
13/06/2018	0	0	0
14/06/2018	0	0	0
15/06/2018	0	0	0
16/06/2018	0	0	0
17/06/2018	0	0	0
18/06/2018	0	0	0
19/06/2018	0	0	0
20/06/2018	0	0	0
21/06/2018	0	0	0
22/06/2018	0	0	0
23/06/2018	0	0	0
24/06/2018	0	0	0
25/06/2018	0	0	0
26/06/2018	0	0	0
27/06/2018	0	0	0
28/06/2018	0	0	0
29/06/2018	0	0	0
30/06/2018	0	0	0
01/07/2018	0	0	0
02/07/2018	0	0	0
03/07/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/07/2018	0	0	0
05/07/2018	0	0	0
06/07/2018	0	0	0
07/07/2018	0	0	0
08/07/2018	0	0	0
09/07/2018	0	0	0
10/07/2018	0	0	0
11/07/2018	0	0	0
12/07/2018	0	0	0
13/07/2018	0	0	0
14/07/2018	0	0	0
15/07/2018	0	0	0
16/07/2018	0	0	0
17/07/2018	0	0	0
18/07/2018	0	0	0
19/07/2018	0	0	0
20/07/2018	0	0	0
21/07/2018	0	0	0
22/07/2018	0	0	0
23/07/2018	0	0	0
24/07/2018	0	0	0
25/07/2018	0	0	0
26/07/2018	0	0	0
27/07/2018	0	0	0
28/07/2018	0	0	0
29/07/2018	0	0	0
30/07/2018	0	0	0
31/07/2018	0	0	0
01/08/2018	0	0	0
02/08/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/08/2018	0	0	0
04/08/2018	0	0	0
05/08/2018	0	0	0
06/08/2018	0	5,1	1,6
07/08/2018	0	0	0
08/08/2018	0	0	5,6
09/08/2018	12,5	8	4,9
10/08/2018	0	0	0
11/08/2018	0	0	0
12/08/2018	0	0	0
13/08/2018	0	0	0
14/08/2018	0	0	0
15/08/2018	0	0	0
16/08/2018	0	0	0
17/08/2018	0	0	0
18/08/2018	0	0	0
19/08/2018	1,2	0	0
20/08/2018	0	0	0
21/08/2018	0	0	0
22/08/2018	0	0	0
23/08/2018	0	0	0
24/08/2018	0	0	0
25/08/2018	0	0	0
26/08/2018	0	0	0
27/08/2018	0	0	0
28/08/2018	0	0	0
29/08/2018	0	0	0
30/08/2018	0	0	0
31/08/2018	0	0	0
01/09/2018	0	0	0
02/09/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/09/2018	0	0	0
04/09/2018	0	0	0
05/09/2018	0	0	0
06/09/2018	0	0	0
07/09/2018	0	0	0
08/09/2018	0	0	0
09/09/2018	0	0	0
10/09/2018	0	0	0
11/09/2018	0	0	0
12/09/2018	0	0	0
13/09/2018	0	0	0
14/09/2018	0	0	12
15/09/2018	4,5	15	19
16/09/2018	2,3	17	16,5
17/09/2018	10,1	22,4	1,3
18/09/2018	3,2	0	2,9
19/09/2018	5,1	8,6	1,3
20/09/2018	3,6	0	11,5
21/09/2018	10,3	0	0
22/09/2018	0	0	0
23/09/2018	0	0	0
24/09/2018	0	0	0
25/09/2018	0	0	0
26/09/2018	0	0	0
27/09/2018	0	0	0
28/09/2018	0	0	0
29/09/2018	0	0	0
30/09/2018	0	0	0
01/10/2018	0	0	0,3
02/10/2018	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/10/2018	0	0	3,5
04/10/2018	4,4	13	2,9
05/10/2018	0	0	0
06/10/2018	0	0	5,5
07/10/2018	0	12	3,5
08/10/2018	1,5	0	0
09/10/2018	0	0	0
10/10/2018	0	0	0
11/10/2018	0	0	0
12/10/2018	0	0	0
13/10/2018	0	0	0
14/10/2018	0	0	0
15/10/2018	0	0	25,7
16/10/2018	1,2	50,5	0
17/10/2018	1,1	0	0
18/10/2018	0	0	8,9
19/10/2018	9,5	9,4	0,4
20/10/2018	0	0	0
21/10/2018	6,5	0	0,3
22/10/2018	1	0	0
23/10/2018	0	3,4	0
24/10/2018	0	0	1,5
25/10/2018	4,3	0	3,7
26/10/2018	1,7	0	0,3
27/10/2018	0	0	0
28/10/2018	0	4,3	0
29/10/2018	1,1	0	0
30/10/2018	0	0	0
31/10/2018	0	0	0
01/11/2018	0	0	20,5
02/11/2018	15,2	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/11/2018	4,9	0	3,3
04/11/2018	1,1	0	11
05/11/2018	9,6	0	22
06/11/2018	32,1	53,2	3,4
07/11/2018	12,6	0	33,8
08/11/2018	15,8	41	193
09/11/2018	125,2	129,5	35,5
10/11/2018	35,4	22	36,1
11/11/2018	5,8	15,2	9,5
12/11/2018	21,2	0	0
13/11/2018	0	3,2	0
14/11/2018	0	0	0
15/11/2018	0	2	27,2
16/11/2018	7,9	16	43,5
17/11/2018	7,1	37,3	0
18/11/2018	0	-	74,2
19/11/2018	67,2	55,3	50,3
20/11/2018	24,6	22,1	2,3
21/11/2018	1,9	2,3	8,7
22/11/2018	5,5	20,5	9,9
23/11/2018	0	10	16,8
24/11/2018	18,3	28,8	34,4
25/11/2018	35,3	30	6,9
26/11/2018	15,5	0	0
27/11/2018	0	0	0
28/11/2018	0	0	0
29/11/2018	0	0	0
30/11/2018	0	0	5,2
01/12/2018	5,4	0	12,5
02/12/2018	11,5	17	47,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/12/2018	19,6	37	6
04/12/2018	5,4	11	0
05/12/2018	0	2	0
06/12/2018	0	0	0
07/12/2018	0	0	0
08/12/2018	10	0	3,5
09/12/2018	7,7	0	0
10/12/2018	0	0	0
11/12/2018	0	0	0
12/12/2018	0	0	1,3
13/12/2018	4,5	9,2	0
14/12/2018	0	0	0
15/12/2018	0	0	0
16/12/2018	0	0	0
17/12/2018	0	0	0
18/12/2018	0	0	0
19/12/2018	0	0	23,1
20/12/2018	0	0	0
21/12/2018	0	0	0
22/12/2018	0	0	0
23/12/2018	0	0	0
24/12/2018	0	0	0
25/12/2018	0	0	0
26/12/2018	0	0	0
27/12/2018	6,7	11	58,7
28/12/2018	0	0	11,7
29/12/2018	15,5	27	42,3
30/12/2018	25,8	54,3	37,2
31/12/2018	15,4	46,6	11,2
01/01/2019	5,7	33,3	12
02/01/2019	12,2	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
03/01/2019	15,6	0	0
04/01/2019	0	0	0
05/01/2019	0	0	15
06/01/2019	5,2	0	0
07/01/2019	0	0	0
08/01/2019	0	0	0
09/01/2019	0	0	0
10/01/2019	0	0	0
11/01/2019	0	0	0
12/01/2019	0	0	0
13/01/2019	0	0	0
14/01/2019	0	0	0
15/01/2019	0	0	0
16/01/2019	0	0	0
17/01/2019	2,1	0	3,7
18/01/2019	0	0	0
19/01/2019	0	0	0
20/01/2019	0	0	0
21/01/2019	0	0	16,8
22/01/2019	0	0	0
23/01/2019	0	0	0
24/01/2019	0	0	0
25/01/2019	0	0	13,5
26/01/2019	42,1	0	17,5
27/01/2019	24,2	19,7	0,7
28/01/2019	0	0	0
29/01/2019	0	0	0
30/01/2019	0	0	0
31/01/2019	0	0	0
01/02/2019	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
02/02/2019	0	0	0
03/02/2019	0	0	5,5
04/02/2019	8,3	0	0
05/02/2019	0	0	8,4
06/02/2019	4,2	11	6,4
07/02/2019	0	11,2	14,5
08/02/2019	31,2	0	10,8
09/02/2019	7,1	0	0
10/02/2019	0	0	0
11/02/2019	11,2	0	0
12/02/2019	0	0	0
13/02/2019	0	0	0
14/02/2019	0	0	1,5
15/02/2019	0	10	6
16/02/2019	32,1	0	13,9
17/02/2019	13,4	10	31,5
18/02/2019	48,7	44	26,5
19/02/2019	22,4	23,3	0
20/02/2019	0	0	2,3
21/02/2019	32,4	8,5	2,7
22/02/2019	0	0	0
23/02/2019	0	0	0
24/02/2019	0	0	0
25/02/2019	0	0	0
26/02/2019	0	0	23,3
27/02/2019	22,4	4,3	8,2
28/02/2019	32,8	12	82,5
01/03/2019	18,8	60,2	2
02/03/2019	5,3	10	0
03/03/2019	8,4	0	7,1
04/03/2019	11,2	0	42

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
05/03/2019	45,6	61,3	0
06/03/2019	8,1	0	1,9
07/03/2019	7,7	0	0
08/03/2019	0	0	0
09/03/2019	0	0	0
10/03/2019	0	0	50
11/03/2019	36,4	50	0
12/03/2019	0	0	0
13/03/2019	0	0	0
14/03/2019	22,4	0	0
15/03/2019	0	0	10,3
16/03/2019	0	17	0
17/03/2019	0	0	0
18/03/2019	6,5	0	0
19/03/2019	0	0	0
20/03/2019	0	0	31
21/03/2019	6,8	0	2,7
22/03/2019	11,2	7,3	27
23/03/2019	31,1	0	2,1
24/03/2019	0	0	0
25/03/2019	0	32,4	0
26/03/2019	5,3	0	0
27/03/2019	1,4	0	9,5
28/03/2019	0	0	0
29/03/2019	2,4	0	0
30/03/2019	0	0	0
31/03/2019	0	0	0
01/04/2019	0	0	2,5
02/04/2019	0	0	0
03/04/2019	5,8	0	2,3

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/04/2019	0	0	0
05/04/2019	0	0	0
06/04/2019	0	0	2,1
07/04/2019	15,6	0	0
08/04/2019	0	0	32,6
09/04/2019	18,4	43,3	3,6
10/04/2019	14,3	23	0
11/04/2019	0	0	0,6
12/04/2019	25,8	0	2
13/04/2019	10,2	0	3,6
14/04/2019	2,1	14,9	0,8
15/04/2019	0	0	0
16/04/2019	0	25,6	21,6
17/04/2019	6,8	0	0,5
18/04/2019	0	0	1
19/04/2019	0	0	0
20/04/2019	0	0	0
21/04/2019	0	0	0
22/04/2019	0	0	0
23/04/2019	0	0	0
24/04/2019	0	0	0
25/04/2019	13	0	0
26/04/2019	0	0	0
27/04/2019	0	0	0
28/04/2019	0	0	0
29/04/2019	0	0	0
30/04/2019	0	0	0
01/05/2019	4	0	0
02/05/2019	7,8	0	13,4
03/05/2019	0	0	1,1
04/05/2019	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
05/05/2019	4,1	0	0
06/05/2019	3,2	0	0
07/05/2019	4,4	0	0
08/05/2019	0	0	0,9
09/05/2019	0	0	0
10/05/2019	0	0	0
11/05/2019	0	0	0
12/05/2019	0	0	0
13/05/2019	0	0	0
14/05/2019	0	0	0
15/05/2019	0	0	15
16/05/2019	3,2	0	19,5
17/05/2019	41	58,5	42
18/05/2019	9	0	0
19/05/2019	0	0	0
20/05/2019	0	0	0
21/05/2019	0	0	0
22/05/2019	0	0	0
23/05/2019	0	0	0
24/05/2019	0	0	0
25/05/2019	0	0	0
26/05/2019	0	0	0
27/05/2019	0	0	0
28/05/2019	0	5	0
29/05/2019	0	0	0
30/05/2019	0	0	0
31/05/2019	0	0	0
01/06/2019	0	0	0
02/06/2019	4,1	0	0
03/06/2019	5,2	0	1,4

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/06/2019	0	0	0
05/06/2019	0	0	0
06/06/2019	4,1	0	0
07/06/2019	0	0	0
08/06/2019	0	0	0
09/06/2019	0	0	0
10/06/2019	0	0	0
11/06/2019	0	0	0
12/06/2019	0	0	0
13/06/2019	0	0	0
14/06/2019	0	0	0
15/06/2019	0	0	0
16/06/2019	0	0	0
17/06/2019	0	0	0
18/06/2019	0	0	0
19/06/2019	0	0	0
20/06/2019	0	0	0
21/06/2019	0	0	0
22/06/2019	0	0	0
23/06/2019	0	0	0
24/06/2019	0	0	0
25/06/2019	0	0	0
26/06/2019	0	0	0
27/06/2019	0	0	0
28/06/2019	0	0	0
29/06/2019	0	0	0
30/06/2019	0	0	0
01/07/2019	0	0	0
02/07/2019	0	0	0
03/07/2019	0	0	0
04/07/2019	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
05/07/2019	0	0	0
06/07/2019	0	0	0
07/07/2019	0	0	0
08/07/2019	0	0	0
09/07/2019	0	0	0
10/07/2019	0	0	0
11/07/2019	0	0	0
12/07/2019	0	0	0
13/07/2019	0	0	0
14/07/2019	0	0	0
15/07/2019	0	0	0
16/07/2019	0	0	0
17/07/2019	0	0	0
18/07/2019	0	0	0
19/07/2019	0	0	0
20/07/2019	0	0	0
21/07/2019	0	0	0
22/07/2019	0	0	0
23/07/2019	0	0	0
24/07/2019	0	0	0
25/07/2019	0	0	0
26/07/2019	0	0	0
27/07/2019	0	0	0
28/07/2019	0	0	0
29/07/2019	0	0	0
30/07/2019	0	0	0
31/07/2019	0	0	0
01/08/2019	0	0	0
02/08/2019	0	0	0
03/08/2019	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/08/2019	0	0	0
05/08/2019	0	0	0
06/08/2019	0	0	0
07/08/2019	0	0	0
08/08/2019	0	0	0
09/08/2019	0	0	0
10/08/2019	0	0	0
11/08/2019	0	0	0
12/08/2019	0	0	0
13/08/2019	0	0	0
14/08/2019	0	0	0
15/08/2019	0	0	0
16/08/2019	0	0	0
17/08/2019	0	0	0
18/08/2019	0	0	0
19/08/2019	0	0	0
20/08/2019	0	0	0
21/08/2019	0	0	0
22/08/2019	0	0	0
23/08/2019	0	0	0
24/08/2019	0	0	0
25/08/2019	0	0	0
26/08/2019	0	0	0
27/08/2019	0	0	0
28/08/2019	0	0	0
29/08/2019	0	0	0
30/08/2019	0	0	0
31/08/2019	0	0	0
01/09/2019	0	0	0
02/09/2019	0	0	0
03/09/2019	0	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/09/2019	0	0	0
05/09/2019	0	0	0
06/09/2019	0	0	0
07/09/2019	0	0	0
08/09/2019	0	0	0
09/09/2019	0	0	0
10/09/2019	0	0	0
11/09/2019	0	0	0
12/09/2019	0	0	0
13/09/2019	0	0	0
14/09/2019	0	0	0
15/09/2019	0	0	0
16/09/2019	0	0	0
17/09/2019	0	0	0
18/09/2019	0	0	0
19/09/2019	0	0	0
20/09/2019	0	0	0
21/09/2019	0	0	0
22/09/2019	0	0	0
23/09/2019	-	0	0
24/09/2019	-	0	0
25/09/2019	-	0	0,3
26/09/2019	-	0	2,2
27/09/2019	-	0	0,8
28/09/2019	-	0	5,3
29/09/2019	-	7	0
30/09/2019	-	0	0
01/10/2019	-	0	0
02/10/2019	-	0	0
03/10/2019	-	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/10/2019	-	0	0
05/10/2019	-	0	0
06/10/2019	-	0	0
07/10/2019	-	0	0
08/10/2019	-	0	0
09/10/2019	-	0	6,1
10/10/2019	-	0	7
11/10/2019	-	0	0
12/10/2019	-	10	0
13/10/2019	-	0	0
14/10/2019	-	0	0
15/10/2019	-	0	0
16/10/2019	-	0	0
17/10/2019	-	0	0
18/10/2019	-	0	0
19/10/2019	-	0	0
20/10/2019	-	0	6,7
21/10/2019	-	16,6	0,8
22/10/2019	-	1,6	0
23/10/2019	-	0	21,5
24/10/2019	-	16,7	0
25/10/2019	-	0	0
26/10/2019	-	0	0
27/10/2019	-	0	10,7
28/10/2019	-	7,8	4,2
29/10/2019	-	0	0
30/10/2019	-	0	7,1
31/10/2019	-	0	0
01/11/2019	-	0	0
02/11/2019	-	0	0
03/11/2019	-	0	0

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/11/2019	-	0	20,5
05/11/2019	-	34,6	0
06/11/2019	-	23,9	26,1
07/11/2019	-	0	0
08/11/2019	-	0	0
09/11/2019	-	0	0
10/11/2019	-	0	0
11/11/2019	-	0	0
12/11/2019	-	0	0
13/11/2019	-	0	0
14/11/2019	-	0	8,6
15/11/2019	-	0	35,6
16/11/2019	-	24,2	0
17/11/2019	-	0	0
18/11/2019	-	0	8,6
19/11/2019	-	0	0
20/11/2019	-	12	0
21/11/2019	-	0	3
22/11/2019	-	0	1,3
23/11/2019	-	0	35,9
24/11/2019	-	50	45,3
25/11/2019	-	35,2	0
26/11/2019	-	0	0
27/11/2019	-	0	24,2
28/11/2019	-	8,6	9,4
29/11/2019	-	13,3	23,3
30/11/2019	-	16	6
01/12/2019	-	7,1	0
02/12/2019	-	0	33,2
03/12/2019	-	24,1	3,2

	Lagamar (01846023)	Vazante (01846015)	Centro Adm (Nexa)
	[mm]	[mm]	[mm]
04/12/2019	-	4,6	1,4
05/12/2019	-	5	32,1
06/12/2019	-	28,5	6,5
07/12/2019	-	0	5,2
08/12/2019	-	8,4	16,2
09/12/2019	-	2,4	22,5
10/12/2019	-	9,2	0,4
11/12/2019	-	0	1,5
12/12/2019	-	0	2,1
13/12/2019	-	0	7,1
14/12/2019	-	8,3	0
15/12/2019	-	0	0
16/12/2019	-	0	0
17/12/2019	-	0	0
18/12/2019	-	0	2,5
19/12/2019	-	0	5,5
20/12/2019	-	0	22,5
21/12/2019	-	7,2	0
22/12/2019	-	0	0
23/12/2019	-	0	3,4
24/12/2019	-	6	0
25/12/2019	-	0	0
26/12/2019	-	0	0
27/12/2019	-	0	0
28/12/2019	-	0	0
29/12/2019	-	0	1,5
30/12/2019	-	9	0,6
31/12/2019	-	3	0,3

Fonte: Elaboração própria. Dados das estações pluviométricas do SNIRH e da Nexa (centro administrativo).