



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP

ESCOLA DE MINAS

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



BRUNO HENRIQUE XAVIER JANEIRO

**AVALIAÇÃO DE MICROCLIMA E RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS:
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TRIPUÍ, PERÍODO DE INVERNO E PRIMAVERA DE
2018.**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**OURO PRETO - MG
2019**

BRUNO HENRIQUE XAVIER JANEIRO
brunojaneiro94@gmail.com

**AVALIAÇÃO DE MICROCLIMA E RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS:
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TRIPUÍ, PERÍODO DE INVERNO E PRIMAVERA DE
2018.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção de Grau em Engenharia Ambiental.

Professor orientador: Doutora Lia de Mendonça Porto

OURO PRETO – MG

2019

J333a Janeiro, Bruno Henrique Xavier.
Avaliação de microclima e risco de incêndios florestais [manuscrito]: estação ecológica doTRIPUI, período de inverno e primavera de 2018 / Bruno Henrique Xavier Janeiro. - 2019.

96f.: il.: color; grafs; tabs; mapas.

Orientador: Prof. Dr. Lia de Mendonça Porto.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Ambiental.

1. Estação Ecológica do Tripuí. 2. Incêndio - Risco ambiental. 3. Microclima. I. Porto, Lia de Mendonça. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

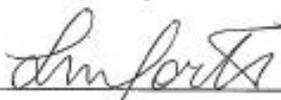
CDU: 504

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br

BRUNO HENRIQUE XAVIER JANEIRO

**AVALIAÇÃO DE MICROCLIMA E RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS:
ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO TRIPUÍ, PERÍODO DE INVERNO E
PRIMAVERA DE 2018.**

Monografia defendida e aprovada em 12/07/2019 pela comissão avaliadora constituída por:



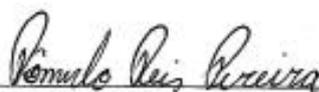
Prof. Dra. Lia de Mendonça Porto
Universidade Federal de Ouro Preto
Departamento de Engenharia Ambiental



Prof. Dr. César Falcão Barella
Universidade Federal De Ouro Preto
Departamento de Engenharia Ambiental



Prof. Dra. Elizêne Veloso Ribeiro
Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto
Departamento de Geografia



Rômulo Reis Pereira
Coordenador da ONG brigada de incêndio Brigada 1 – Ouro Preto
SAAE Mariana

“Que tipo de homem é o que não tenta fazer do seu mundo um lugar melhor?”
-Cruzada

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e a minha mãe, que sempre me deram todo o apoio e proveram tudo que fosse necessário para que eu pudesse chegar aonde estou.

À minha orientadora Lia de Mendonça Porto, que ajudou de forma singular na confecção do trabalho, além de bancar do próprio bolso equipamentos para que a pesquisa fosse feita e estar sempre contribuindo com tudo que lhe era possível.

Ao Juarez Távola Basílio e ao Cicero Emanuel Dutra, que forneceram toda a infraestrutura da Estação Ecológica do Tripuí e ajudaram de modo significativo este estudo.

Ao Rômulo Reis Pereira, que ajudou com contatos, indicações e informações que foram de extrema importância.

À professora Elizêne Veloso Ribeiro do IFMG-OP, que forneceu os abrigos e o anemômetro para o trabalho.

Ao professor Gilberto Queiroz, que nos forneceu, de bom grado, os dados meteorológicos registrados em seu laboratório.

Aos funcionários da unidade Sérgio Gadalupe Machado e Antônio Marta Martins, que sempre que tinham disponibilidade ajudavam muito na luta de carregar os abrigos pelo Tripuí, além da companhia e das conversas.

A todos os meus amigos e familiares que estão sempre presentes me apoiando em minha caminhada.

RESUMO

Este estudo objetivou analisar a influência das características físicas e climáticas na ocorrência e propagação de incêndios florestais na Estação Ecológica do Tripuí. Foram definidas três áreas de estudo, com características ambientais distintas, onde foram analisadas temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, vegetação, hidrografia e topografia, e feita a relação entre elas a fim de compreender o risco de incêndio e provável comportamento do fogo para cada uma das diferentes áreas. Além disso, o Índice de Monte Alegre foi calculado para aferir o grau de perigo de incêndio. Segundo funcionários do Tripuí e locais, em 2018, a precipitação foi atípica, reduzindo diretamente o fator de risco. De acordo com os resultados, foram observadas peculiaridades em cada uma das áreas, fazendo que a chance de ignição e propagação do fogo seja diferente, identificando sempre a influência exercida pelas variáveis microclimáticas do local em questão. Além disso, foi possível verificar que a estação ecológica se encontra em local privilegiado quanto a topografia reduzindo risco de propagação de fogo, e à hidrografia, responsável pela alta umidade do ar e da vegetação.

Palavras chave: Estação Ecológica do Tripuí, Risco de incêndio, Microclima,

ABSTRACT

This study aimed to analyze the influence of physical and climatic characteristics on the occurrence and propagation of forest fires in the Tripuí ecological station. Three areas of study were defined, with different environmental characteristics, where temperature, relative humidity, velocity and direction of wind, vegetation, hydrography and topography were analyzed, and the relationship between them was performed in order to understand the Fire hazard and probable firing behaviour for each of the different areas. In addition, the Monte Alegre index was calculated to assess the degree of fire hazard. According to Tripuí and local officials, in 2018, the precipitation was atypical, directly reducing the risk factor. According to the results, peculiarities were observed in each of the areas, making the chance of ignition and propagation of the fire different, always identifying the influence exerted by the microclimatic variables of the site in question. In addition, it was possible to verify that the ecological station is in a privileged location as the topography reduces the risk of fire propagation, and the hydrography, responsible for the high humidity of the air and the vegetation.

Keywords: Microclimate, fire risk, Tripuí Ecological Station.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elementos responsáveis pelo fogo	19
Figura 2: Fatores que influenciam no comportamento do fogo	21
Figura 3: Precipitação (mm) no estado de Minas Gerais	24
Figura 4: Temperatura (°C) em Minas Gerais (mudar figura).....	25
Figura 5: Localização da Estação Ecológica do Tripuí	39
Figura 6: Áreas de coleta de dados.....	41
Figura 7: Pontos de coleta de dados	42
Figura 8: Abrigo meteorológico na área de Campo da EET	43
Figura 9: Datalogger (ezTemp-10).....	44
Figura 10: GPSmap 60CSx GARMIN	44
Figura 11: Anemômetro digital INSTRUTEMPO, modelo: ITAN 700	45
Figura 12: Modelo de rotação dos abrigos semanalmente	46
Figura 13: Área 1: Campo limpo/Campo sujo	48
Figura 14: Área 2: Brejo permanente/ Floresta mesófila	49
Figura 15: Área 3: Floresta mesófila.....	50
Figura 16: Pluviosidade em Ouro Preto 02/08 a 07/11 de 2018	51
Figura 17: Topografia/Hidrografia da EET	53
Figura 18: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 1	55
Figura 19: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 1	56
Figura 20: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 2.....	57
Figura 21: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 2.....	58
Figura 22: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 3.....	59
Figura 23: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 3.....	60
Figura 24: Risco de incêndio nas três áreas de estudo	62
Figura 25: Queimadas em Ouro Preto no ano de 2007	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Organização das escalas espacial e temporal do clima	23
Tabela 2: Inclinação X Velocidade de propagação	30
Tabela 3: Grau de perigo do índice de Nesterov	32
Tabela 4: Restrições ao somatório do Índice de Nesterov.....	33
Tabela 5: Graus de risco do Índice de Telitsyn	34
Tabela 6: Índice de Monte Alegre conforme a precipitação diária	35
Tabela 7: Escala de risco de incêndio do Índice de Monte Alegre.....	36
Tabela 8: Escala de risco de incêndio do Índice de Monte Alegre Alterado.....	37
Tabela 9: Número de dias x Risco de incêndio x Área.....	62
Tabela 10: Valores médios de cada área	65

LISTA DE SIGLAS

EET – Estação Ecológica do Tripuí.

UC – Unidade de Conservação.

FMA – Formula de Monte Alegre.

PXAY – P: Ponto;

X: Número da semana;

A: Área;

Y: Número da área.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais.

UR – Umidade Relativa do Ar.

DEGEO – Departamento de Geologia.

UFOP – Universidade Federal De Ouro Preto.

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
2.1	Unidades de Conservação.....	17
2.2	Incêndios Florestais.....	19
2.3	Clima	21
2.3.1	Clima e incêndios florestais	25
2.4	Vegetação	27
2.4.1	Vegetação e incêndios florestais (combustíveis).....	28
2.5	Topografia.....	29
2.6	Índices de previsão do risco de incêndios florestais	31
2.6.1	Índice de Nesterov (G).....	32
2.6.2	Índice de Telitsyn (I)	33
2.6.3	Índice de Monte Alegre (FMA)	34
2.6.4	Índice de Monte Alegre Alterado (FMA+)	36
3	METODOLOGIA	38
3.1	Área de estudo: Estação Ecológica do Tripuí.....	38
3.2	Materiais e métodos	40
4	RESULTADOS	47
4.1	Vegetação	47
4.2	Clima	50
4.2.1	Pluviosidade	50

4.2.2	Topografia/ Hidrografia da EET	51
4.2.3	Umidade relativa do ar, temperatura e vento.....	54
4.3	Fator de risco de incêndio.....	60
4.4	Correlação entre os fatores microclimáticos.....	63
4.5	Analisando EET como um todo	65
5	CONCLUSÃO	68
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
7	ANEXO A.....	74
8	ANEXO B.....	89
9	ANEXO C.....	90
10	ANEXO D.....	91

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios, segundo Medeiros (2002), são uma das mais significativas causas de danos aos ecossistemas florestais. No Brasil, os incêndios florestais em Unidades de Conservação têm ocorrido principalmente por consequência do uso incorreto do fogo por pessoas para renovação de pastagens e limpeza de restos de cultura nas propriedades vizinhas ou até mesmo dentro dos limites de alguns parques. Ações preventivas e verificação das condições climáticas locais são pouco frequentes assim, o período no qual a queimada é feita, geralmente é inadequado do ponto de vista climático (ALVES; SILVA, 2011).

A ocorrência de grandes incêndios florestais, em unidades de conservação, pode ser considerada uma grave ameaça para a preservação da biodiversidade e manutenção de processos ecológicos. Estes incêndios são particularmente graves para áreas pequenas, sobretudo em ecossistemas muito sensíveis ao fogo, áreas com espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, havendo maior possibilidade de grandes incêndios que comprometam a manutenção de populações de algumas espécies.

As medidas de monitoramento de incêndios em áreas com cobertura vegetal, feitas por órgãos como INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que utilizam imagens de satélite na detecção de queimadas, e IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), entre outros órgãos federais, estaduais e municipais são importantes no combate a incêndios florestais, no entanto mais deve ser feito para diminuir seus impactos, ainda considerados de extrema gravidade (MANZI, 2005).

A diversidade florística da área e a densidade de ocorrência das diversas espécies constituem características foliares como o teor de umidade, a constituição química e energética, a disposição e espessura da vegetação, neste sentido, pode-se afirmar que o tipo de combustível potencializa ou reduz a propagação do fogo. (SOUZA,2015).

A redução sistemática dos habitats florestais, provenientes de sucessivos incêndios, tem estimulado o desenvolvimento de novas abordagens para a produção de mecanismos de prevenção, controle e combate ao fogo (SOUZA,2015).

No índice de risco de incêndio as variáveis são fatores climáticos, portanto, o entendimento da diferença entre o macroclima e o microclima influencia diretamente na compreensão do risco real de fogo em determinado local.

O macroclima corresponde ao ambiente geral da região, não influenciado por fatores locais do terreno ou da sua cobertura vegetal, normalmente mapeado em cartas altimétricas ao milionésimo ou em escalas mais reduzidas (DE CAMARGO *et al.*, 2003).

A condição microclimática refere-se ao clima regional, determinada por fatores geográficos como: latitude, altitude, circulação geral da atmosfera, massas de ar, barreiras orográficas, continentalidade, correntes marítimas, frias ou quentes, dentre outros e corresponde à influência da cobertura do terreno, que pode estar com vegetação baixa, alta, densa ou rala; coberto com palha, com água ou ter o solo nu (DE CAMARGO *et al.*, 2003).

A medição das variáveis nas unidades de conservação, influentes na ocorrência de incêndios florestais, se torna essencial na compreensão do risco inicial de incêndio, sua possível propagação e combate específicos.

Neste trabalho, com os dados de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção de vento, coletados no Tripuí, juntamente com descrição de relevo, hidrografia, pluviosidade e vegetação, sistematizou-se a observação das características locais com o intuito de compreensão do comportamento de ignição e propagação de incêndios florestais, gerando informações auxiliares para gestão desta unidade.

A Lei No 9.985 do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) procura forma a potencializar o papel das UC's, assegurando que amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas estejam adequadamente representadas no território nacional e nas águas jurisdicionais. Além disso, a visão estratégica que o SNUC oferece informações aos tomadores de decisão, aumenta a possibilidade de uma efetiva melhora na qualidade de vida das populações locais e do Brasil como um todo (BRASIL, 2000).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Estudo de fatores de risco de incêndio na Estação Ecológica do Tripuí.

1.1.2 Objetivos específicos

- Utilizar de uma estação móvel de medição de dados;
- Caracterizar vegetação local quanto ao risco de incêndio;
- Comparar valores obtidos de microclima com os de macroclima teóricos;
- Analisar as peculiaridades que o microclima apresenta;
- Analisar o risco de incêndio a partir dos dados obtidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Unidades de Conservação

O modelo de unidades de conservação adotado no Brasil, e no Terceiro Mundo em geral, é um dos principais elementos de estratégia para a conservação da natureza. Ele deriva da concepção de áreas protegidas, construída no século passado nos Estados Unidos, com o objetivo de proteger a vida selvagem ameaçada pelo avanço da civilização urbano-industrial. Esse modelo expandiu-se logo em seguida para o Canadá e países europeus, consolidando-se como um padrão mundial, principalmente a partir da década de 60 quando o número e a extensão das áreas protegidas ampliaram-se enormemente em todo o mundo (ARRUDA, 1999).

A ideia que fundamenta este modelo é a de que a alteração e domesticação de toda a biosfera pelo ser humano é inevitável, sendo necessário e possível conservar pedaços do mundo natural em seu estado originário, antes da intervenção humana. Lugares onde o ser humano possa reverenciar a natureza intocada, refazer suas energias materiais e espirituais e pesquisar a própria natureza (ARRUDA, 1999).

Estas áreas são sujeitas a um regime de proteção externo, com território definido pelo Estado, cujas autoridades decidem as áreas a serem colocadas sob proteção e sob que modalidade e, independentemente, formulam e executam os respectivos planos de manejo. As pessoas que vivem no interior ou no entorno das áreas não participam em nada destas decisões. Mais que isso, as decisões costumam ser mantidas em sigilo até sua transformação em lei, justamente para evitar movimentações sociais que possam criar embaraços para os planejadores oficiais (ARRUDA, 1999).

No Brasil, a Lei No 9.985, de 18 de julho de 2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecendo critérios e normas para a criação, implementação e gestão das unidades de conservação. A lei traz a definição de unidade de conservação da seguinte forma: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído

pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

O artigo 9º da Lei Nº 9.985 diz que as estações ecológicas têm como objetivo a preservação da natureza e realização de pesquisas científicas, trazendo consigo o seguinte:

§ 1º A Estação Ecológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto quando com objetivo educacional, de acordo com o que dispuser o Plano de Manejo da unidade ou regulamento específico.

§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

§ 4º Na Estação Ecológica só podem ser permitidas alterações dos ecossistemas no caso de:

I - Medidas que visem a restauração de ecossistemas modificados;

II - Manejo de espécies com o fim de preservar a diversidade biológica;

III - Coleta de componentes dos ecossistemas com finalidades científicas (BRASIL, 2000).

As casas na EET foram construídas inicialmente no período da expansão da malha ferroviária de Ouro Preto para Miguel Burnier, havendo ali uma estação ferroviária, os trabalhadores fizeram as casas ao redor. A área foi reconhecida como polo industrial, havia uma estação de fruticultura, prado para corrida de cavalos e com isso foram surgindo mais edificações. O local foi classificado como reserva biológica e posteriormente como Estação Ecológica para proteção do *Peripattus Acaccioi*, até então considerado espécie endêmica do local. As casas e os moradores que ali estavam permaneceram, e por isso existem moradores até os dias de hoje na EET. No entanto, segundo gerente do parque e relatos de campo, os moradores locais não atrapalham a manutenção da unidade de conservação, pelo contrário, ajudam na fiscalização e preservação do local.

2.2 Incêndios Florestais

O fogo é o resultado de uma reação química de oxidação que ocorre em alta velocidade liberando energia em forma de calor e luz, proveniente da combinação entre oxigênio, combustível e uma fonte de calor (ICMBIO, 2010).

Este é formado pela reação em cadeia, unindo três elementos conforme mostra a **Figura 1**. O combustível é tudo aquilo que está sujeito a se incendiar, tal como papel, madeira, estopa, gasolina, álcool, metano, hidrogênio, acetileno e outros. O calor é a fonte de energia que dá início à chama, que a mantém e proporciona sua propagação. O oxigênio (comburente) que está presente no ar, é essencial para a manutenção da reação química (ICMBIO, 2010).

Figura 1: Elementos responsáveis pelo fogo



Fonte: ICMBIO, 2010.

Os incêndios florestais são definidos como toda destruição da vegetação em áreas de floresta, ocasionadas pelo fogo sem controle de origem natural ou antrópica (SESTR, 2013). Estes têm elevados impactos ambientais, sociais e econômicos, destacando-se o aumento das emissões de gases; o aumento do fenômeno de erosão e conseqüentemente de deslizamentos de terras devido à destruição da camada superficial vegetativa; a maior suscetibilidade a cheias das áreas onde se verificaram incêndios; a elevada quantidade de nutrientes contida nas cinzas que são transportadas e que podem alterar as propriedades da água; a destruição da fauna e da flora. Acrescenta-se que os incêndios constituem igualmente uma ameaça à segurança das pessoas e bens, sendo responsáveis pela morte de bombeiros, de civis e pela

destruição de habitações e outros patrimônios. Destaca-se que os resultados negativos dos incêndios florestais serão mais ou menos prejudiciais para o ambiente em função de um conjunto de fatores, tais como: duração, intensidade, extensão, frequência e da vulnerabilidade do ecossistema (LOPES, 2014).

Os incêndios são fenômenos muito dinâmicos. Sabe-se quais são as variáveis responsáveis pelo seu comportamento, mas é um grande desafio equacionar todas elas de forma precisa. Mesmo assim, baseados em avaliações topográficas, previsões meteorológicas e no estudo e observação dos combustíveis, é possível ter uma boa ideia de como o incêndio irá se comportar e propagar (BRIGADA1, 2014).

O calor é transferido de objetos com temperatura mais alta para aqueles com temperatura mais baixa. O mais frio de dois objetos absorverá o calor até que esteja com a mesma quantidade de energia do outro. A propagação de incêndios florestais ocorre pelos fenômenos de transferência de calor, sendo eles a condução, a convecção e a radiação (ICMBIO, 2010).

A convecção é o deslocamento do ar quente para cima. O ar aquecido sobe enquanto o ar frio ocupa o espaço deixado por ele. Em colinas e em matas ele resseca a vegetação com maior velocidade, ajudando na propagação do incêndio. É a forma mais intensa de propagação do calor (BRIGADA1, 2014).

A radiação é o calor propagado através de ondas de energia em todas as direções, sendo menos intensa que a convecção, mas também tem influência na propagação dos incêndios (ICMBIO, 2010).

A condução é a transferência de calor pelo contato, nesse caso, mesmo que o fogo esteja em baixa intensidade, haverá propagação das chamas (BRIGADA1, 2014).

Os fenômenos de transferência de calor não atuam sozinhos em um incêndio florestal. A emissão de fagulhas por exemplo é proveniente das brasas que, sob ação da coluna de convecção e do vento, são lançadas para além da frente de fogo. Elas podem originar novos focos de incêndio ao entrarem em contato com material não queimado. Portanto, é possível dizer que esse mecanismo de propagação é o resultado da ação conjunta da convecção e da condução (ICMBIO, 2010).

O conjunto de fatores responsáveis pelo comportamento do fogo são chamados de “Grande Tríade” ou “Triângulo do comportamento do fogo”, **Figura 2**, e é composta por

clima (meteorologia), topografia e combustíveis, que neste caso é a vegetação (BRIGADA1, 2014).

Figura 2: Fatores que influenciam no comportamento do fogo



Fonte: ICMBIO, 2010.

A temperatura influencia diretamente no calor, servindo muitas vezes como mecanismo de ignição de incêndios florestais. A velocidade e direção do vento estão relacionadas ao comburente, fornecendo oxigênio para intensificação das chamas e ditando a velocidade e a direção na qual o incêndio irá se alastrar. As características da vegetação estão ligadas ao combustível pois, diferentes tipos de material podem queimar de maneira mais intensa ou não, dependendo também se o material se encontra úmido ou seco. A umidade relativa do ar, sendo a relação entre a quantidade de água presente no ar e a quantidade máxima que poderia haver, é extremamente significativa em relação ao potencial de incêndio em determinada área (GUERRA, 2016).

2.3 Clima

Para entendimento da influência do clima na ocorrência de incêndios florestais, primeiramente é necessário entender a diferença entre clima e tempo. A Terra passa por diferentes exposições à radiação solar ao longo dos 365 dias do ano, o que define as estações inverno, primavera, verão e outono. As características de cada estação, como temperatura e chuvas, dependem de alguns fatores adicionais como a distância até a linha do equador, a

distância dos oceanos, a altitude do local e vários outros. O conjunto desses fatores é o que se chama de clima (CAVALCANTI, 2016).

No entanto, a atmosfera é complexa e desafia as definições mais simples. O tempo é o que sentimos no dia a dia, as chuvas, o calor, o frio, estão associados à passagem de frentes frias e quentes, ciclones e anticiclones, ondas atmosféricas, tempestades das mais variadas, entre tantos outros fatores (CAVALCANTI, 2016).

A escala climática diz respeito à dimensão, ou ordem de grandeza, espacial (extensão) e temporal (duração), segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados. Há mecanismos atmosféricos que determinam os climas de toda uma zona planetária, como é o caso da intensa radiação solar (insolação) nas baixas latitudes da zona intertropical. As ilhas de calor urbanas e o clima das áreas agrícolas, por outro lado, não são diretamente determinados por esses mecanismos, ainda que eles tenham importante influência na sua configuração (MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M, 2017).

O clima pode ser estudado por meio de suas dimensões espacial e temporal, e ambas são empregadas conjuntamente nos mais variados estudos. As escalas espaciais ganham maior destaque na abordagem geográfica do clima, e as mais conhecidas são as escalas macrolimática, mesoclimática e microclimática, conforme mostra a **Tabela 1** (MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M, 2017).

Portanto, o clima é definido pelas médias das condições do tempo ao longo do período de algumas décadas. No dia a dia, temos os sistemas de tempo que provocam a variabilidade que se observa e que afetam as atividades humanas (CAVALCANTI, 2016).

Os diferentes tipos de clima são assinalados pela classificação de Köppen, sendo esta composta dos cinco grupos principais de clima mundial que correspondem aos cinco principais grupos de vegetação. Os cinco grupos climáticos, cada um designado por uma letra maiúscula, são os seguintes: A, tropical chuvoso com climas sem estação fria; B, climas secos; C, climas chuvosos de latitude média com invernos suaves; D, latitude média com climas chuvosos e invernos rigorosos; e E, climas polares sem estação quente. Cada um destes por sua vez é subdividido em tipos climáticos baseados na distribuição sazonal da precipitação ou no grau de seca ou frio. As letras minúsculas f, s, e w indicam a razoabilidade da precipitação; sem estação seca (f), estação seca no verão (s); estação seca no inverno (w). As letras maiúsculas S e W são utilizadas para designar as duas subdivisões do clima seco; semiárido ou estepe (S) e árido ou deserto (W). As letras maiúsculas T e F são similarmente

empregadas para designar as duas subdivisões de clima; tundra (T) e calota de gelo (F) (TREWARTHA, 1954).

Tabela 1: Organização das escalas espacial e temporal do clima

Ordem de grandeza	Subdivisões	Escala horizontal	Escala vertical	Temporalidade das variações mais representativas	Exemplificação espacial
Macroclima	Clima zonal Clima regional	> 2000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios	O globo, um hemisfério, continente, os mares etc.
Mesoclima	Clima regional Clima local topoclima	10 km a 2000 km	100m a 12 km	Várias horas a alguns dias	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade etc.
Microclima		Alguns metros a 10 km	Abaixo de 100 m	De minutos ao dia	Bosque, uma rua, uma edificação/casa etc.

Fonte: (MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M, 2017)

Em Minas Gerais existe a influência das frentes frias, pois esses sistemas ao chegarem na região sudeste do Brasil contribuem para a estacionariedade da Zona de Convergência do Atlântico Sul: uma área de nebulosidade que se estende da Amazônia, cruza o sudeste do Brasil e atinge o oceano Atlântico Sudoeste, sendo o verão a estação do ano com menor frequência de frentes frias em Minas Gerais. Já nas demais estações do ano, o sul de Minas pode ser influenciado por cerca de 7 a 8 frentes frias (REBOITA *et al.*, 2015).

Com relação à temperatura do ar próxima à superfície em Minas, tem-se que essa variável é influenciada pelas estações do ano: o verão é a estação com maiores temperaturas médias do ar, e o inverno a com as menores temperaturas. Além disso, as regiões com altitudes elevadas são mais frias do que as com menores altitudes. Com relação à temperatura noturna no estado (média da temperatura do ar entre 18 e 06 horas), existe uma variabilidade espaço-temporal desse fator no período de outubro a março. Em outubro e novembro ocorrem

as menores temperaturas noturnas ($\sim 17^\circ\text{C}$) no sul. Já no noroeste do estado, as temperaturas noturnas se mantêm a cerca de 22°C ao longo de todo o período (REBOITA *et al.*, 2015).

A **Figura 3** mostra a média sazonal e anual de precipitação em Minas Gerais no período de 1998 a 2012. A **Figura 4** mostra a média sazonal e anual de temperatura em Minas Gerais no período de 1998 a 2012 (REBOITA *et al.*, 2015).

Figura 3: Precipitação (mm) no estado de Minas Gerais

a) verão, b) outono, c) inverno, d) primavera e e) média anual

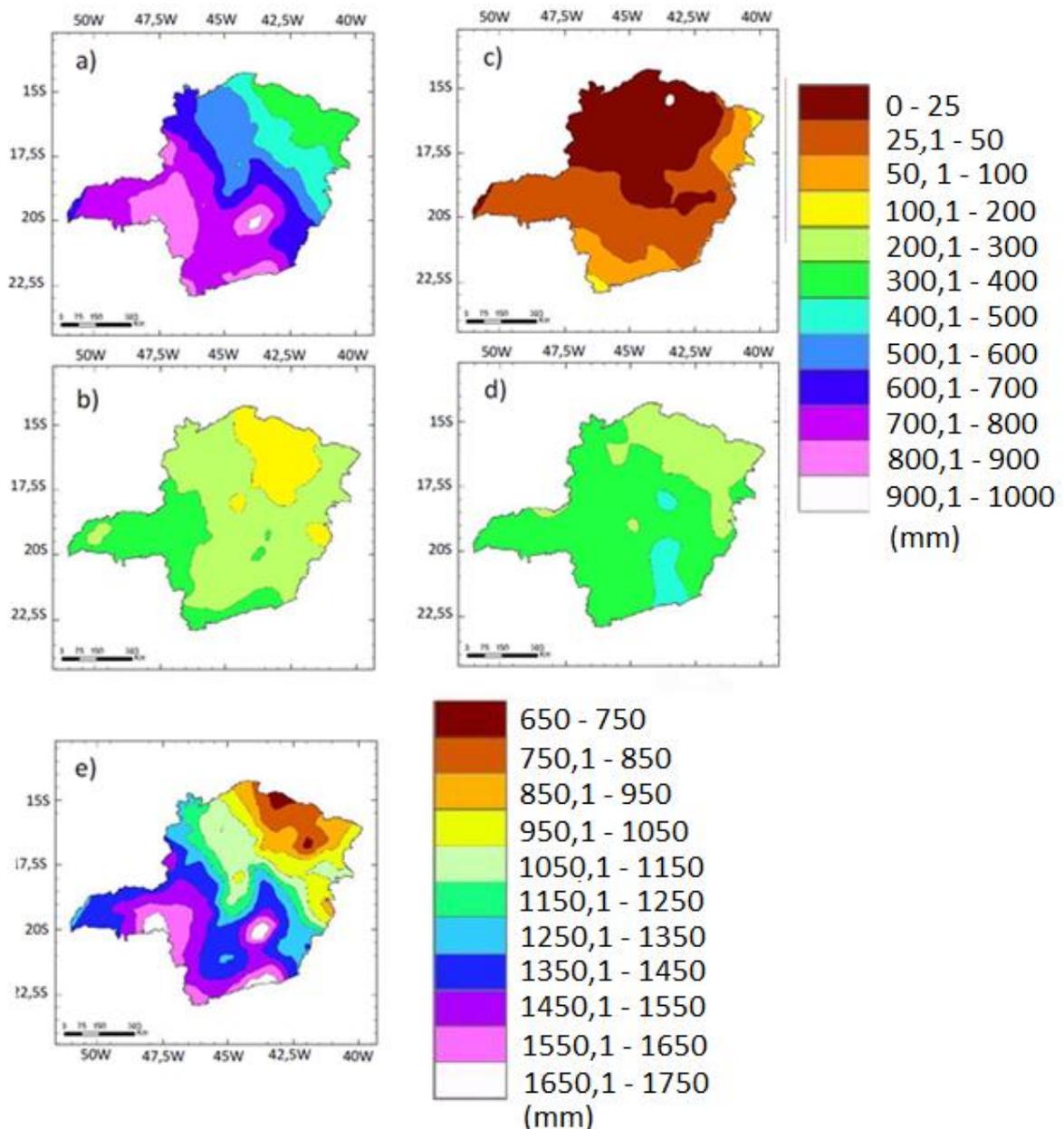
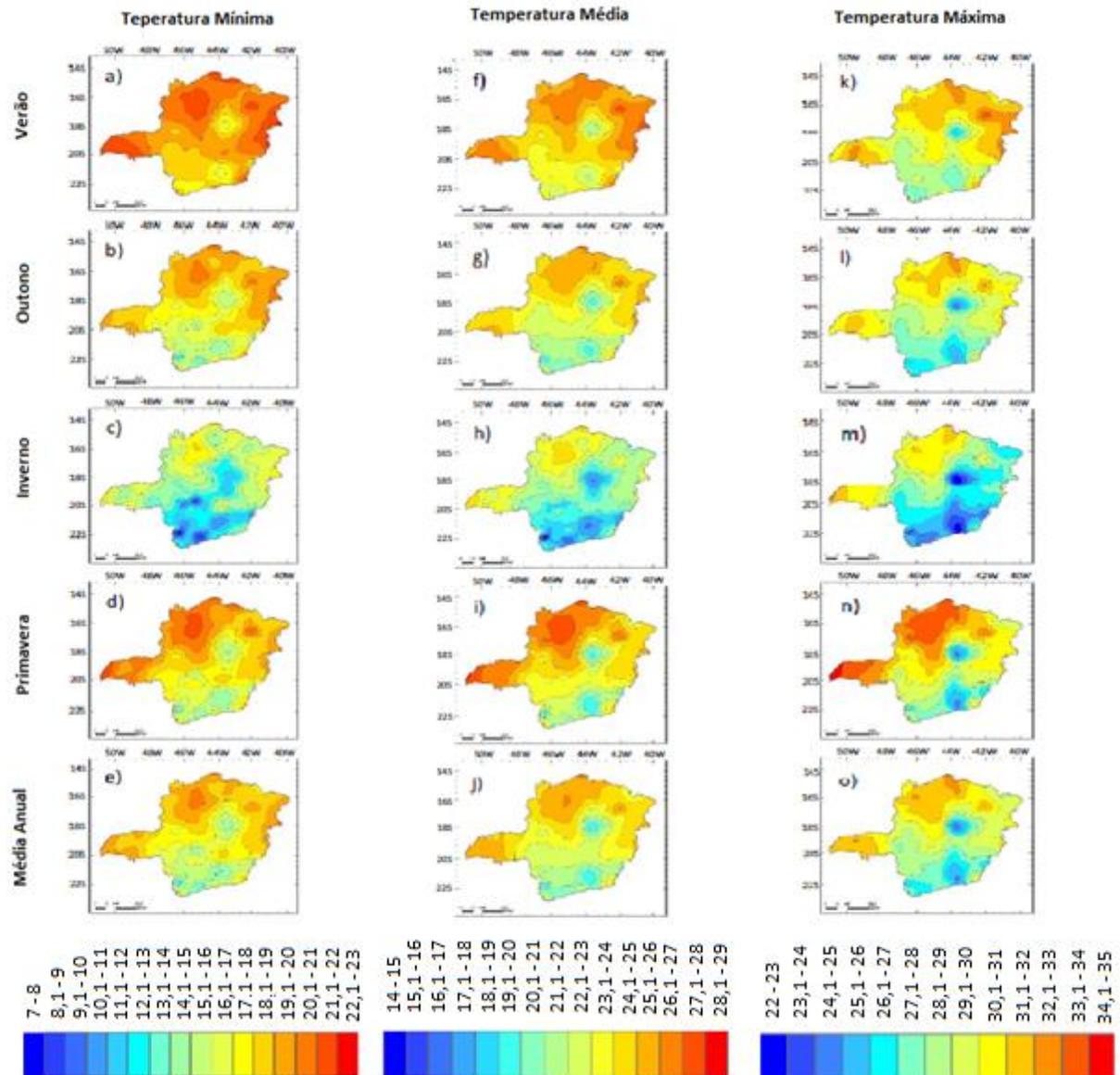


Figura 4: Temperatura (°C) em Minas Gerais



Fonte: REBOITA *et al.*, 2015.

2.3.1 Clima e incêndios florestais

Para incêndios florestais temperaturas mais elevadas são preocupantes, principalmente acima dos 30 °C, aumentando o risco de ocorrência (BRIGADA1, 2014). O ar seco e a alta temperatura fazem com que os combustíveis florestais sequem mais rapidamente, favorecendo sua ignição, ativação e posterior combustão. Os materiais combustíveis pré-aquecidos pelo sol queimam com maior facilidade do que aqueles que estão frios. A temperatura do solo também

aumenta a corrente de ar que, aquecida pelo sol, seca o material combustível, fazendo com que ele se queime com maior facilidade. O calor excessivo afeta também a extinção dos incêndios, uma vez que incomoda, dificulta e, muitas vezes, impede o trabalho de pessoas envolvidas no seu combate (SILVA, 1998).

A precipitação ocorre no momento em que o vapor de água que se encontra nas nuvens se congela por causa da altitude e, a partir disso se desloca em direção à superfície terrestre em estado líquido ou sólido., podendo ser na forma de chuva, orvalho, névoa ou neblina (ICMBIO,2010). A ausência de chuvas é talvez o fator climático que mais influi sobre a ocorrência de incêndios florestais porque o ar fica mais rarefeito, tornando a vegetação muito mais propícia à ocorrência de incêndios (SILVA, 1998).

A umidade relativa do ar expressa uma relação entre a proporção relativa entre o vapor existente no ar e o seu ponto de saturação. Em outros termos, ela mostra, em porcentagem, o quanto de vapor está presente no ar em relação à quantidade máxima possível de vapor que poderia haver, sob a temperatura que se encontra. Mantendo-se constante o vapor existente em um dado volume de ar, pode-se alterar sua umidade relativa com a modificação de sua temperatura, já que esta regula o equilíbrio entre o número de moléculas que deixam a superfície líquida e que retornam a partir do vapor (MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M, 2017).

O vento tem influência em incêndios florestais pois, quanto mais forte o vento, mais fácil o fogo se espalha, isto é, maior velocidade de propagação ele tenderá a apresentar. Ele fornece mais oxigênio (ar) e facilita a dessecação (perda de umidade) da vegetação, além de interagir com a coluna de convecção, espalhando fagulhas e brasas, o que pode causar outros focos de incêndios (ICMBIO, 2010). À medida que um incêndio se intensifica, aumenta a massa de ar aquecida que se eleva, e o espaço deixado por esse ar quente é ocupado pelo ar frio, que também se aquece, repetindo esse ciclo. Portanto, quanto maior o incêndio, mais aumentam os ventos ocasionados por ele mesmo (BRIGADA1, 2014). O material combustível seco queima mais facilmente e com mais força ao soprar do vento (SILVA, 1998).

Estes fatores são determinantes do comportamento do fogo. Quanto mais forte for o vento, mais rápido o fogo se propagará. O ar seco e a alta temperatura fazem com que os combustíveis florestais sequem mais rapidamente, favorecendo sua ignição, ativação e posterior combustão (SILVA, 1998).

2.4 Vegetação

No estado de Minas Gerais se encontra a zona de transição entre os biomas de Mata Atlântica e Cerrado, sendo maior parte de seu território ocupado por vegetações características desses dois biomas.

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, que originalmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul. No passado cobria mais de 1,5 milhões de km² – com 92% desta área no Brasil, sendo esta um dos 25 hotspots mundiais de biodiversidade. Embora tenha sido em grande parte destruída, ela ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Extremamente heterogênea em sua composição, a Mata Atlântica estende-se de 4° a 32° S e cobre um amplo rol de zonas climáticas e formações de vegetação, de tropicais à subtropicais. A elevação vai do nível do mar até 2.900m, com mudanças abruptas no tipo e profundidade dos solos e na temperatura média do ar. Variações longitudinais são igualmente marcantes. Quanto mais interioranas, mais sazonais tornam-se as florestas, com índices de pluviosidade caindo de 4000 mm a 1000 mm em algumas áreas da Serra do Mar. Junto com a floresta tropical, a Mata Atlântica abrange formações mistas de araucária ao sul, com distinta dominância de lauráceas, e florestas decíduas e semidecíduas no interior. Várias formações encontram-se associadas ao bioma, como mangues, restingas, formações campestres de altitude e brejos (TABARELLI *et al.*, 2005).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. Ocupa 21% do território nacional e é considerado a última fronteira agrícola do planeta. O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central. O clima dessa região é estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (KLINK; MACHADO, 2005).

2.4.1 Vegetação e incêndios florestais (combustíveis)

Os combustíveis são fatores bastante relevantes e variáveis, apresentando-se com características dinâmicas. Diferentemente do clima e da topografia, podem ser manejados nos incêndios, o que permite um maior grau de intervenção que os demais fatores. Os combustíveis são todos os materiais lenhosos ou herbáceos que se encontram em áreas de campos, matas ou florestas (BRIGADA1, 2014). São caracterizados por umidade, tamanho, volume, continuidade, arranjo/ composição a flora e compacidade.

A umidade da vegetação representa a quantidade de água que o combustível (vivo e morto) contém num determinado instante. Quanto menor a umidade do combustível, mais rapidamente o incêndio se propagará. As plantas possuem diversos mecanismos para manterem alguma umidade e se manterem vivas durante a seca. O combustível morto, por sua vez tende a manter um equilíbrio em razão da umidade relativa do ar, quanto mais quente e seco estiver o tempo, mais rapidamente o combustível morto entrará em equilíbrio com a umidade relativa do ar (tempo de retardo), reduzindo, assim, o seu período de preaquecimento para ignição (abrir chama) (ICMBIO, 2010).

O tamanho das plantas consiste na classificação do material como leve ou pesado. Não se trata da altura, mas sim da massa que esta possui (BRIGADA1, 2014). Combustíveis menores perdem umidade, ardem mais rapidamente e são mais suscetíveis à queima completa. Assim, quanto maior for o volume de combustíveis leves, mais rápida será a propagação e maior a intensidade do incêndio (ICMBIO, 2010).

O volume é a referência utilizada para avaliar a quantidade de material em uma determinada área. Quando ocupada por uma vegetação de campo de altitude terá predominância de combustíveis leves, enquanto que por mata atlântica terá bastante material lenhoso, folhas e serapilheira (camada que fica acima do solo e é formada por restos de folhas, galhos, frutos e demais partes vegetais). Portanto, os dois tendo como referência a mesma área, o volume de material do local de mata atlântica será maior (BRIGADA1, 2014).

A continuidade é a sequência da vegetação disposta tanto no plano horizontal quanto no vertical, incluindo aí o combustível acamado sobre o solo mineral (combustível subterrâneo). Assim, pode-se falar em continuidade horizontal, vertical, subterrânea, e associada, que é quando analisamos todas elas em conjunto (ICMBIO, 2010). Esse fator tem influência sobre os incêndios pois ele permite a propagação do fogo por toda a extensão da

vegetação. A continuidade pode ser quebrada por rochas, rios, estradas, entre outros, e eventualmente aceiros, que são feitos justamente com esse objetivo.

O arranjo de como se distribuem os combustíveis em uma determinada área varia. Pode ser caracterizado por combustíveis de mesma espécie, similares quanto ao tamanho e à distribuição que se encontram, ou não uniformes, que possuem maior variedade de espécies, tamanhos e volumes (BRIGADA1, 2014). Os tipos de flora diferem na facilidade de entrar em ignição (abrir chama) e na inflamabilidade (capacidade de arder e de consumir todo o material vegetal durante a combustão). Por exemplo, quanto maior a densidade da madeira, maior será a quantidade de calor necessária para sua ignição, daí a forma de propagação de calor predominante será a condução. Por outro lado, madeiras de baixa densidade abrirão chama com menor quantidade de calor, elevando o papel que a radiação e a convecção possuem na propagação do incêndio. Adicionalmente, algumas plantas possuem compostos químicos (óleos, ceras e resinas) inflamáveis e produzem incêndios de maior intensidade e velocidade de propagação. O aquecimento do combustível faz com que esses compostos se volatilizem para o ar. Em virtude de sua menor temperatura de ignição, eles podem inflamar-se até mesmo na ausência de contato com as chamas, produzindo incêndios de maior intensidade, velocidade e, conseqüente, dificuldade de controle. Ao longo de um incêndio, o fogo consome diferentes tipos de vegetação, o que determina as características e o comportamento do fogo (ICMBIO, 2010)

A compactidade se refere ao nível de compactação do combustível, esteja ele em pé ou acamado sobre o solo. Quanto mais compactado estiver o combustível, menos oxigênio estará disponível para alimentar a combustão e, adicionalmente, menor a relação entre a superfície e o volume do material, o que aumenta a retenção de umidade. Uma maior compactidade dos combustíveis tende a retardar a propagação e a intensidade do incêndio (ICMBIO, 2010).

2.5 Topografia

Um fator decisivo no comportamento do fogo são as características topográficas do terreno onde ele ocorre, ou seja, aquelas relativas à superfície terrestre, em particular à posição e configuração das colinas, montanhas, planos, vales, rios e lagos (SILVA, 1998). A topografia apresenta variáveis que interferem indiretamente nos incêndios, com influência no

desenvolvimento do clima e da vegetação local, através de exposição ao sol, altitude e inclinação do terreno (BRIGADA1, 2014).

A exposição é a maneira como o sol incide em uma determinada face de um terreno. A posição das encostas em relação à radiação solar afeta o desenvolvimento da vegetação e sua condição como combustível e, no geral, as encostas no hemisfério Sul voltadas para o Norte recebem maior radiação solar do que as voltadas para o Sul. Porém, nas regiões que sofrem maior efeito das geadas (Sul do país), pode ocorrer ressecamento da vegetação nas encostas voltadas para o Sul, pois é desse quadrante que as frentes frias polares avançam sobre o Brasil (ICMBIO, 2010).

O grau de inclinação é o mais importante dos fatores topográficos, atuando especialmente na velocidade de propagação, **Tabela 2**. Incêndios se propagam com maior intensidade seguindo vertente acima do que abaixo. Quanto mais íngreme o morro, mais rápida é a propagação do fogo pelo efeito da convecção e radiação sobre os combustíveis não queimados (ICMBIO, 2010).

Tabela 2: Inclinação X Velocidade de propagação

Inclinação (°)	Inclinação (%)	Velocidade de propagação
0 a 3	0 a 5	1 vez
4 a 10	6 a 19	1,5 vezes
11 a 21	20 a 39	2,0 vezes
22 a 34	40 a 70	4,5 vezes

Fonte: BRIGADA1, 2014.

A configuração, também conhecida como relevo, tem um efeito importante sobre o microclima de cada localidade. Por exemplo, encostas côncavas tendem a conter maior umidade que encostas convexas. Além disso, também tem influência nos regimes de vento (direção e intensidade). O vento nos vales, em condições normais, é menos intenso que nas serras, nos morros, nos picos, nas colinas, etc (ICMBIO, 2010).

A altitude influi de forma inversamente proporcional no desenvolvimento da vegetação. Em geral, quanto mais baixo for o terreno, mais frondosa será a vegetação pela maior disponibilidade de água (ICMBIO, 2010), o que também está relacionado com a temperatura, uma vez que quanto maior ela for, maior será a atividade biológica, tendo influencia no tamanho da vegetação.

2.6 Índices de previsão do risco de incêndios florestais

O índice de risco de incêndios é a medida da probabilidade da ocorrência dos mesmos em uma determinada área, sendo resultado de fatores constantes e variáveis, os quais afetam o início, a propagação e a dificuldade de controle de incêndios. Este índice de risco pode ser avaliado e adaptado às regiões de interesse, considerando-se variáveis meteorológicas, tipo de vegetação, topografia e fatores associados ao homem. Um modelo capaz de prever a ocorrência de incêndios para domínios de interesse, resultaria em controle do incêndio e a distribuição de recursos para a extinção mais eficiente, além de reduzir custos, danos e perdas. O desenvolvimento de um modelo de previsão de incêndios sempre apresenta grande dificuldade, principalmente pelas incertezas associadas ao comportamento humano com relação ao fogo (PHILLIPS; NICKEY, 1978).

O desenvolvimento de um índice de risco de incêndio utiliza um vasto conjunto de fatores, usualmente os combustíveis, a topografia e os meteorológicos. A escolha de variáveis e os diferentes métodos usados para a sua combinação resultam numa multiplicidade de abordagens. Dada esta diversidade, várias soluções para a sua classificação têm sido propostas em função dos dados de entrada. Dois tipos gerais de métodos podem ser identificados: 1) método de risco estritamente meteorológico, que se baseia exclusivamente em dados sobre o estado das condições atmosféricas (temperatura, umidade relativa, precipitação e intensidade do vento) e 2) método de risco potencial, quando são consideradas abordagens mais avançadas, e inclui como entrada o estado da vegetação, o tipo de combustível e o seu conteúdo de umidade. Dentro do primeiro método, podem-se citar o índice Fórmula de Monte Alegre (SOARES, 1972).

O segundo recebe o nome de “risco potencial” ou “risco dinâmico”, devido ao fato de ser calculado diariamente, com base em parâmetros meteorológicos e em informações obtidas por satélite sobre o estado da vegetação, podendo ser também considerado um risco integrado,

por incluir alguns fatores estruturais, como ocupação do solo e topografia. (LOURENÇO, 2016).

Segundo Sampaio (1991), os índices acumulativos de Nesterov, Monte Alegre, Telitsyn, P apresentaram alta eficiência na previsão de incêndios florestais

2.6.1 Índice de Nesterov (G)

Um dos índices mais utilizados na Rússia é o de Nesterov, baseado nos produtos diários do déficit de saturação, expresso em milibares, pela temperatura do ar °C. Este índice é calculado através da: **Equação 1**.

$$G = \sum_{i=1}^n d \cdot t \quad (1)$$

Onde:

G: índice de Nesterov;

n: número de dias sem chuva;

d: déficit de saturação do ar, em mb;

t: temperatura do ar, em °C (SAMPAIO, 1999).

As classes de perigo do índice de Nesterov, original e aferido, estão na **Tabela 3**.

Tabela 3: Grau de perigo do índice de Nesterov

Valor de G	Grau de Perigo
≤ 100	Nulo
101 a 500	Pequeno
501 a 900	Médio
901 a 2000	Alto
> 2000	Muito alto

Fonte: SAMPAIO, 1999.

A **Tabela 4** representa as restrições que devem ser feitas ao somatório do índice de Nesterov, de acordo com a quantidade de chuva registrada no dia.

Tabela 4: Restrições ao somatório do Índice de Nesterov

Chuva em mm	Modificação no calculo
$\leq 2,0$	Nenhuma
2,1 a 5,0	Abater 25% no valor de G e somar (d.t) do dia atual.
5,1 a 8,0	Abater 50% no valor de G e somar (d.t) do dia atual..
8,1 a 10	Abandonar a soma anterior de G e recomeçar a soma, isto é, $G = (d.t)$ do dia atual
$> 10,0$	Interromper o cálculo, recomeçando no dia seguinte ou quando a chuva cessar, segundo as regras do caso anterior.

Fonte: SAMPAIO, 1999.

2.6.2 Índice de Telitsyn (I)

O índice logarítmico de Telitsyn, também foi desenvolvido na Rússia, é um índice acumulativo e é representado pela **Equação 2**.

$$I = \sum \log(t - r) \quad (2)$$

Onde:

I: índice de Telitsyn;

Log: logaritmo de base 10;

t: temperatura do ar, em °C;

r: temperatura do ponto de orvalho, em °C (SAMPAIO, 1999).

Este índice utiliza uma única restrição: sempre que a quantidade de chuva registrada no dia atual for igual ou superior a 2,5 mm abandona-se o somatório e recomeça-se novo cálculo no dia seguinte ou quando a chuva cessar; neste dia o valor do índice será zero (SAMPAIO, 1999). A **Tabela 5** mostra as classes de perigo do índice de Telitsyn.

Tabela 5: Graus de risco do Índice de Telitsyn

Valor de I	Grau de Perigo
$\leq 0,5$	Nulo
0,6 a 2,5	Pequeno
2,6 a 5,0	Médio
5,1 a 15,0	Alto
$> 15,0$	Muito alto

Fonte: SAMPAIO, 1999.

2.6.3 Índice de Monte Alegre (FMA)

Foi o primeiro trabalho produzido no Brasil que analisou as variáveis meteorológicas para previsão de risco de incêndio na vegetação foi realizado por Soares em 1972, que desenvolveu a fórmula de Monte Alegre (nome da fazenda onde foi realizada a coleta de dados) no Paraná. Para o desenvolvimento da expressão, foram utilizadas as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, déficit de saturação do ar, diferença entre a temperatura do ar e o ponto de orvalho e número de dias sem precipitação maior que 10 mm medidas de cinco a trinta dias antes de cada ocorrência de fogo (ALVES; NÓBREGA, 2011). Atualmente o índice é usado da seguinte forma:

O cálculo do Índice é feito de acordo com a **Equação 3**.

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{H_i} \right) \quad (3)$$

Onde:

FMA: Formula de Monte Alegre;

Hi: Umidade relativa do ar (%) as 13 horas do i-ésimo dia;

n: Número de dias sem chuva maior que 12,9 mm, respeitando as modificações levando em conta a precipitação de acordo com a **Tabela 6**. (ALVARES *et al.*, 2014). Desta forma, o FMA é calculado, e seu risco definido por meio da **Tabela 7**.

Tabela 6: Índice de Monte Alegre conforme a precipitação diária

Chuva em mm	Modificação no calculo
≤ 2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA=0) e recomeçar a somatória no dia seguinte.

Fonte: ALVARES *et al.*, 2014.

Tabela 7: Escala de risco de incêndio do Índice de Monte Alegre

Valor de FMA	Grau de Perigo
$\leq 1,0$	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20	Alto
> 20	Muito alto

Fonte: ALVARES *et al.*, 2014.

2.6.4 Índice de Monte Alegre Alterado (FMA+)

A Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA) inclui em sua estrutura a velocidade do vento que permite avaliar também o potencial de propagação do incêndio, fator de grande importância para a prevenção e principalmente para o combate aos incêndios que possam ocorrer. A FMA+ foi desenvolvida e testada para a região de Telêmaco Borba onde apresentou bons resultados (NUNES *et al.*, 2005).

O cálculo do Índice é feito de acordo com a **Equação 4**.

$$FMA+= \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{H_i} \right) e^{0,04v} \quad (4)$$

Onde:

FMA+: Índice de Monte Alegre Alterado;

H_i: Umidade relativa do ar (%) as 13 horas do i-ésimo dia;

n: Número de dias sem chuva maior que 12,9 mm;

v: Velocidade do vento, em m/s (NUNES;SOARES;BATISTA, 2005).

As modificações levando em conta a precipitação seguem a mesma regra do Índice de Monte Alegre, de acordo com a **Tabela 6**. Desta forma é calculado o FMA+, e o risco é definido por meio da **Tabela 8**.

Tabela 8: Escala de risco de incêndio do Índice de Monte Alegre Alterado

Valor de FMA+	Grau de Perigo
$\leq 3,0$	Nulo
3,1 a 8,0	Pequeno
8,1 a 14,0	Médio
14,1 a 24,0	Alto
$> 24,0$	Muito alto

Fonte: NUNES; SOARES; BATISTA, 2005.

Como as variáveis no risco de incêndio são fatores climáticos, o clima em que a área de estudo se encontra tem grande influência na determinação do índice de risco de incêndio. Portanto, o entendimento da relação entre o macroclima e o microclima é significativo para o estudo da área.

3 METODOLOGIA

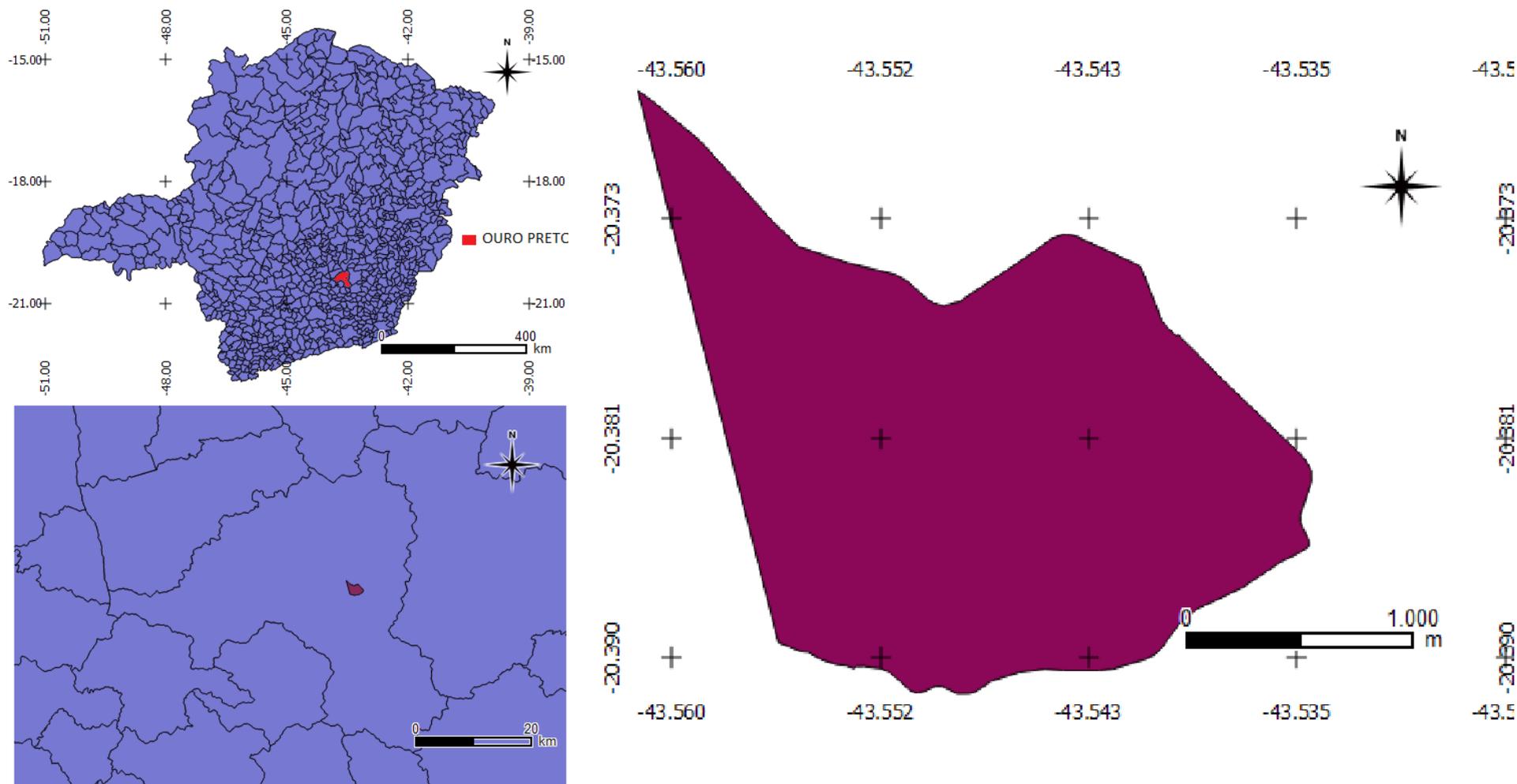
3.1 Área de estudo: Estação Ecológica do Tripuí

A EET se encontra em Minas Gerais no município de Ouro Preto, **Figura 5**, a aproximadamente 100 km da cidade de Belo Horizonte, está localizada entre os meridianos 43°34'33" longitude oeste e os paralelos 20°23'45" latitude sul, possui cerca de 337,0 ha de área e se encontra entre 1180 e 1300 metros acima do nível do mar, em um vale formado pelo ribeirão do Tripuí (FEAM, 1995). O clima da região é classificado como Cwb de acordo com a classificação de Köppen, subtropical temperado úmido, com inverno seco, verão quente e chuvoso, pluviosidade anual próxima de 1.600 mm e temperatura média anual de 18°C (GATTI, 2015). A unidade de conservação foi criada em 1978, com o objetivo de proteger o habitat do *Peripatus acacioi*, espécie considerada um “fóssil vivo” e endêmica do local (FEAM, 1995). Posteriormente se descobriu que a espécie existia em outros lugares, mas a estação ecológica se manteve.

O clima local, aliado ao fator estrutural e litológico, foi o responsável pela conformação do relevo regional e local, caracterizado pelo alto grau de encaixamento da drenagem. As temperaturas são frias com a média anual variando de 17° a 18,5° C, chegando a atingir nos meses mais frios, 13,5° C. Observações locais registraram índices de temperaturas inferiores a 0° C, com ocorrência de geadas (FEAM, 1995).

Na classificação de Köppen, o grupo C é caracterizado por clima temperado chuvoso. Dentro do grupo C de climas, três regimes de chuvas contrastantes são a base para o reconhecimento, sendo eles: o tipo f sem estação seca; o tipo w com um inverno seco; e o tipos com um verão seco. O clima Cw caracteriza-se por um inverno seco e por ter pelo menos dez vezes mais chuva no mês mais chuvoso do verão do que no mês mais seco do inverno. Este tipo de clima ocorre em locais elevados nas baixas latitudes, onde a altitude reduz a temperatura. O b na classificação Cwb indica um verão ameno e temperatura média do mês mais quente abaixo de 22 ° C (TREWARTHA, 1954).

Figura 5: Localização da Estação Ecológica do Tripuí



Fonte: Autoria própria, 2019.

3.2 Materiais e métodos

A escolha da EET como área de estudo seu deu por se tratar da menor unidade de conservação em Ouro Preto, possibilitando a confecção de uma malha de varredura com dados suficientes para entendimento da unidade, no tempo hábil de uma monografia.

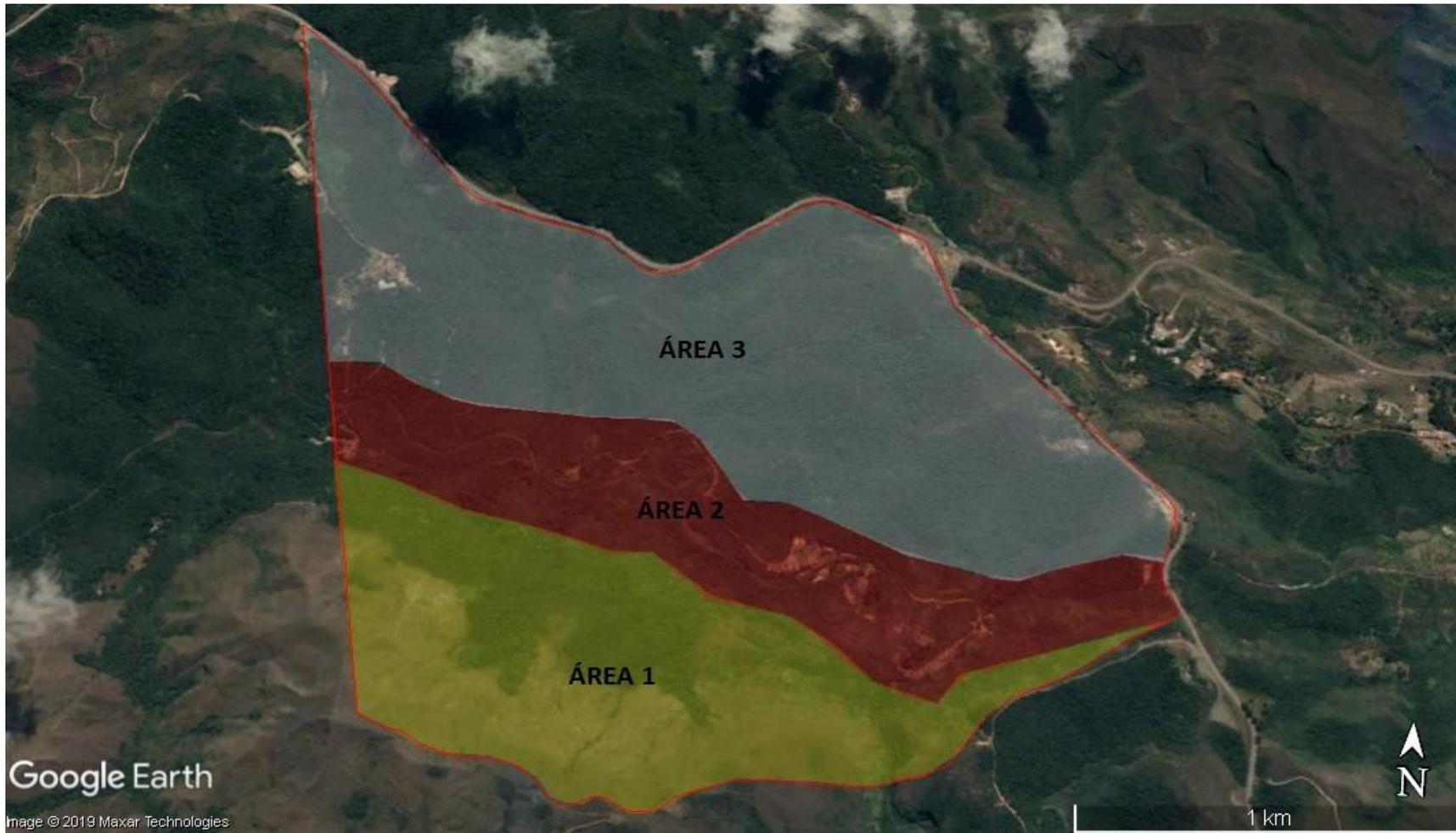
A definição dos pontos de coleta de dados foi feita a partir de uma subdivisão da EET em três áreas, de acordo com a vegetação, **Figura 6**. A área 1 é prioritariamente de campo de altitude e mata transição com a floresta. A área 2 apresenta vegetação de transição entre as outras duas áreas, além de acompanhar o curso d'água que corta a EET. A área 3 é caracterizada por vegetação estacional semidecidual.

A medição dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade e direção do vento foi feita nos pontos apresentados na **Figura 7**, sendo a letra P a abreviação para a palavra ponto, seguido do número que identifica a semana de coleta, sendo a nomenclatura mantida quando a estação permanecia duas semanas no mesmo local. A letra A é a abreviação da palavra área, seguida pelo número que a representa.

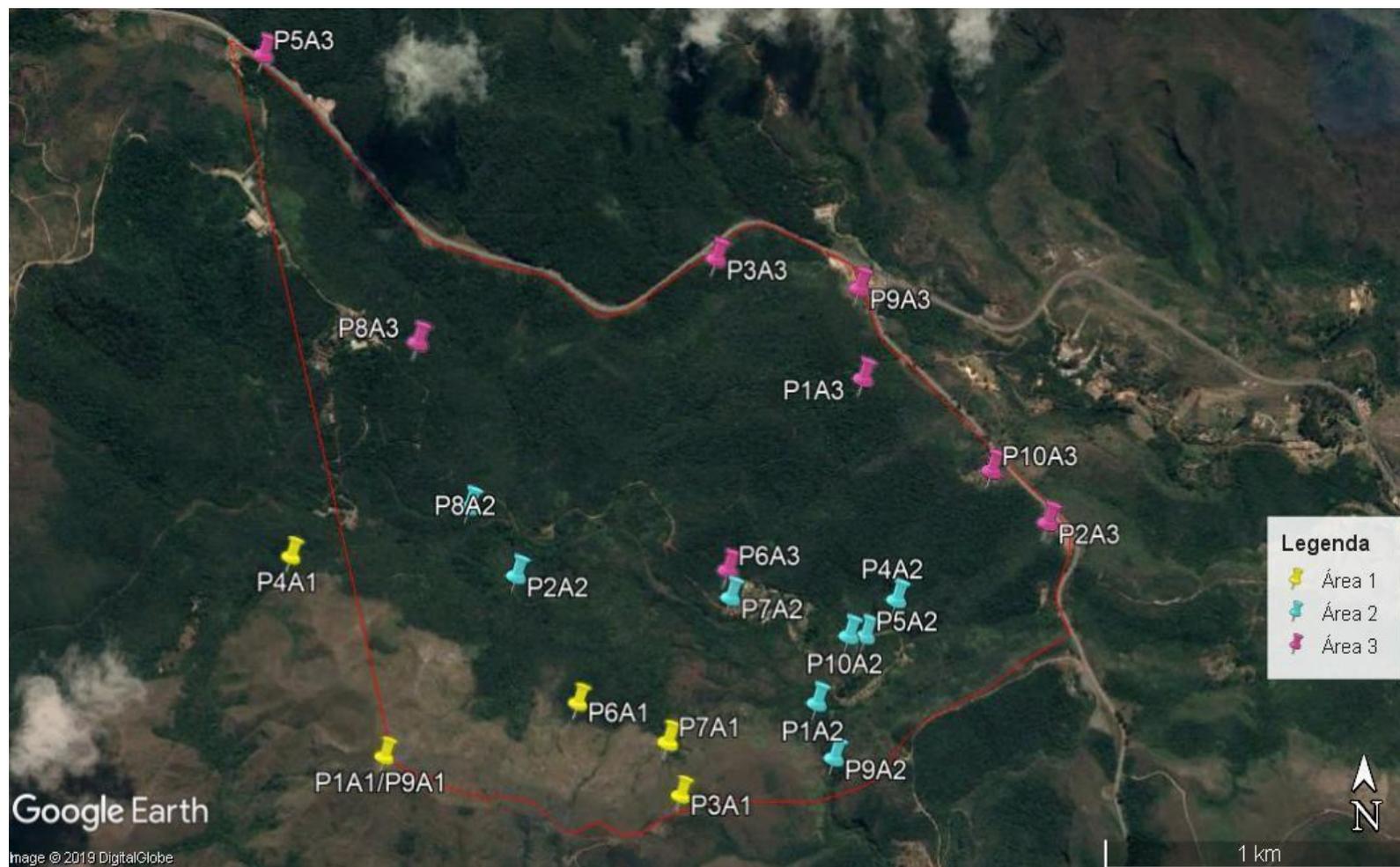
A coleta dos dados foi feita semanalmente entre o dia 29 de agosto de 2018 e o dia 7 de novembro de 2018. A malha de coleta foi elaborada em reunião com o gerente da EET, sendo respeitadas as vias de acesso para evitar supressão vegetal e qualquer intervenção pelo projeto na EET, além da escolha de locais onde os equipamentos estariam seguros, minimizando o risco de serem furtados. Foram confeccionados 3 abrigos, e cada um ficou restrito em uma das áreas.

Os abrigos meteorológicos modelo tarifa TAR, **Figura 8**, criados pelo Prof. Dr. José Roberto Tarifa da Universidade de São Paulo (USP) foram confeccionados segundo Guerra (2016), cada um possuindo as partes internas e externas feitas de madeira compensada, resistente e leve, e apresentando furos de 10,0 mm de diâmetro. A cor branca no é utilizada para aumentar a reflexão da radiação e a haste de 1,5m de altura de aço, possui um encaixe no abrigo que facilita o transporte do equipamento. A sua colocação respeitou a orientação da abertura na direção sul (GUERRA, 2016)., evitando maior parte da incidência do sol que poderia afetar as medidas feitas no abrigo.

Figura 6: Áreas de coleta de dados



Fonte: Modificado FEAM, 1995; Google Earth, 2019.

Figura 7: Pontos de coleta de dados

Fonte: Google Earth, 2019; modificado de FEAM, 1995.

Figura 8: Abrigo meteorológico na área de Campo da EET



Fonte: Autoria própria, 2018.

O abrigo contém um termohigrometro com datalogger (ezTemp-10), **Figura 9**, responsável pela medição de temperatura, umidade relativa do ar e temperatura do ponto de orvalho, além do armazenamento dos dados, **ANEXO A**. O ezTemp-10 foi programado para fazer medições a cada 20 segundos, de forma que fosse possível obter uma quantidade razoável de dados ao fazer as coletas semanalmente, adotando uma margem boa para que o aparelho não atingisse sua capacidade máxima de dados antes que fossem passados para o computador.

Figura 9: Datalogger (ezTemp-10)



Fonte: Autoria própria, 2018.

As coordenadas e altitude de cada ponto de colocação dos abrigos foi registrada a partir de um GPSmap 60CSx GARMIN, **Figura 10**, e utilizou-se um Anemômetro digital INSTRUTEMPO, modelo: ITAN 700, **Figura 11**. A medição da velocidade do vento feita no início e no final de cada semana, quando se ia a campo fazer a coleta de dados. Sua direção foi verificada utilizando uma “biruta”, sacola plástica. Os dados referentes às medições estão no **ANEXO B**.

Figura 10: GPSmap 60CSx GARMIN



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 11: Anemômetro digital INSTRUTEMPO, modelo: ITAN 700



Fonte: Autoria própria, 2018.

Ao final de cada semana dois dos três abrigos tiveram sua localização alterada, sempre mantendo um deles no mesmo lugar para validação dos dados, como exemplificado na **Figura 12**.

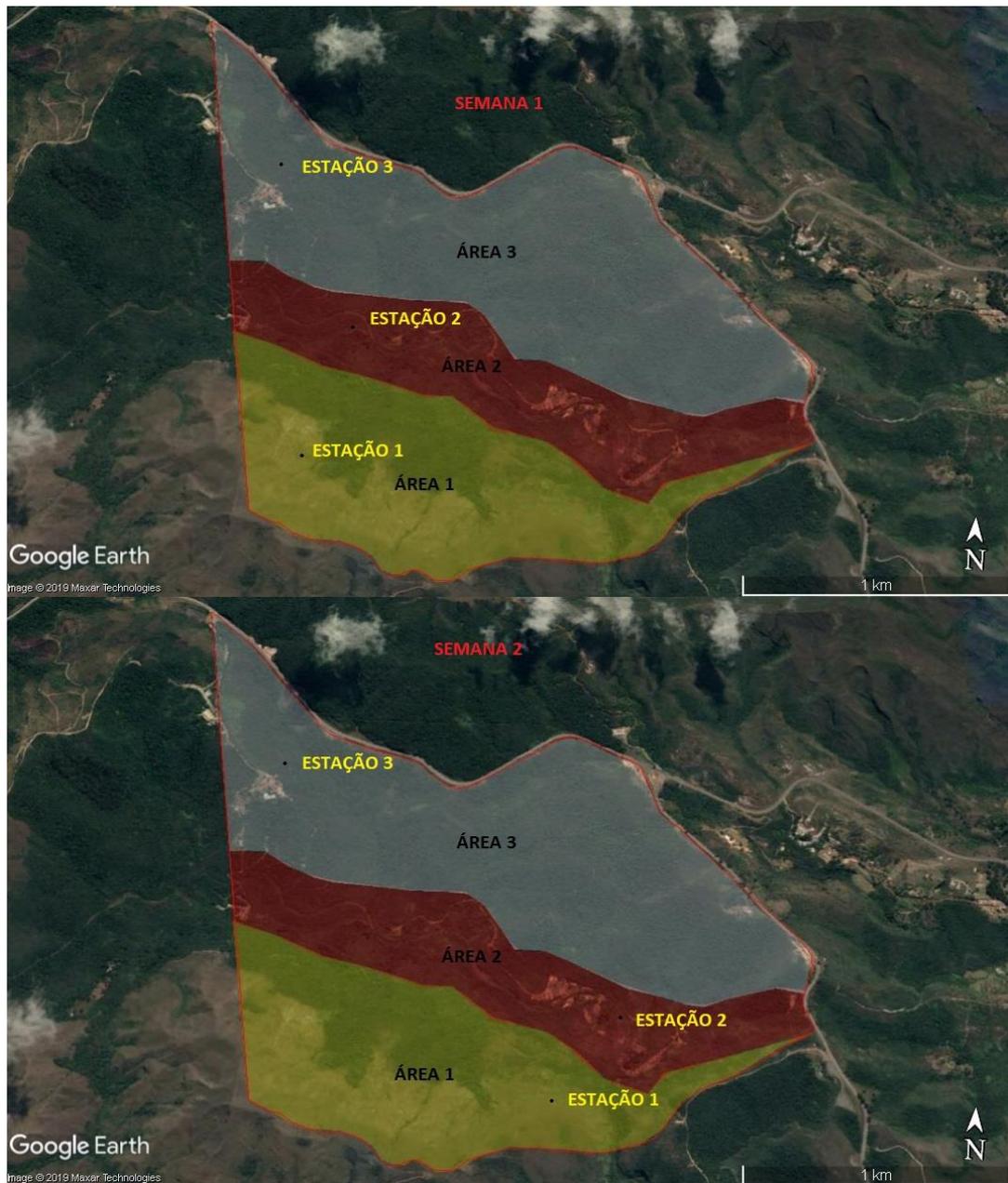
Os dados pluviométricos foram obtidos por uma estação meteorológica situada no laboratório de hidráulica da Escola de Minas, localizado na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Morro do Cruzeiro, que fica a cerca de 4 km da EET (SILVA,2018).

Alguns dados foram aplicados em equação de risco de incêndio de Monte Alegre, definida após compreensão de melhor adequação aos dados da pesquisa, com intuito de avaliar o grau de perigo de queima em cada área.

Os mapas foram confeccionados utilizando o ARCGIS e o QGIS no laboratório de geoprocessamento no DEGEO-UFOP.

As discussões foram feitas a partir das variáveis de microclima, de forma a traçar uma relação entre todos os fatores ambientais citados e sua influência na ocorrência de incêndios florestais.

Figura 12: Modelo de rotação dos abrigos semanalmente



Fonte: Modificado FEAM,1995; Google Earth, 2019.

4 RESULTADOS

4.1 Vegetação

Dentro da estação ocorrem florestas mesófilas, campo limpo e campo sujo de cerrado, brejos permanentes e áreas de transição entre os tipos citados (FEAM, 1995).

A área 1 é composta basicamente de Campo limpo e Sujo, **Figura 13**, ocorrendo a transição entre o campo e a floresta. O Campo Limpo é composto por duas floras distintas, sendo uma puramente arbustivo-arbórea, predominante nas fisionomias florestais (cerradão), e outra herbáceo-subarbusativa, composta basicamente de gramíneas, característica das fisionomias campestres. O campo sujo caracteriza-se pela ocorrência de uma flora mista, composta por elementos florestais e campestres (TANNUS, 2004), caracterizando a zona de transição entre o campo e a floresta.

Por ser composta de vegetação leve e em parte com baixo teor de umidade faz com que seja fácil a propagação de incêndios nessa área. O fato de possuir pouco volume e ser uma vegetação continua faz com que um incêndio se alastre de forma rápida devido a velocidade com que o material combustível será consumido.

A área 2 é composta prioritariamente por floresta mesófila e em algumas partes por brejos permanentes, **Figura 14**. Os brejos são considerados áreas úmidas (“as áreas de pântano, brejo, turfeira ou com água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água corrente ou parada, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas marinhas, cuja profundidade na maré baixa não exceda seis metros” FEAM, 1995, p.21). A EET possui uma lagoa artificial, vários córregos nas depressões e a uma certa distância dos cursos d’água, brejos permanentes com solo hidromórfico, formados por grandes níveis de saturação hídrica, cujo nível de inundação ou alagamento diminui no auge da estação seca. As florestas mesófilas são formações predominantemente arbóreas, silvestres que ocorrem na faixa tropical, climáticas, decíduas e semidecíduas, ou seja, há mudança de suas características conforme a sazonalidade do clima durante o ano. O grau de deciduidade depende da estacionalidade, isto é, da duração do período de seca e também da capacidade de retenção de água pelo solo (FEAM, 1995).

Figura 13: Área 1: Campo limpo/Campo sujo



Fonte: Autoria própria, 2018.

A vegetação da área 2 apresenta material pesado e de grande volume nas áreas de floresta, e leve de menor volume nas áreas de brejo. No entanto, por ser uma área próxima ao curso d'água, a vegetação e o solo se encontram sempre úmidos, o que reduz a probabilidade de ocorrência de incêndios, uma vez que a alta umidade da vegetação dificulta o processo de queima, além dos materiais pesados exigirem uma intensidade de chama mais alta e constante.

A área 3 é composta em sua maioria de floresta mesófila, **Figura 15**. Consiste de material pesado, com grande volume e continuidade. Apesar de não possuir o curso d'água

próximo, como na área 2, esta também apresta baixa probabilidade de incêndio pois precisa de uma chama de alta intensidade para queimar esse combustível. Por se tratar de uma vegetação que varia sua característica de acordo com o clima, obviamente em temporada seca esta fica mais susceptível a queima que em períodos úmidos.

Figura 14: Área 2: Brejo permanente/ Floresta mesófila



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 15: Área 3: Floresta mesófila



Fonte: Autoria própria, 2018.

Apesar da sua pequena área, a EET apresenta uma diversidade de tipos de vegetação que divergem quanto as suas características, portanto, analisar cada uma separadamente é importante para o entendimento e influência de cada uma em um eventual incêndio florestal.

4.2 Clima

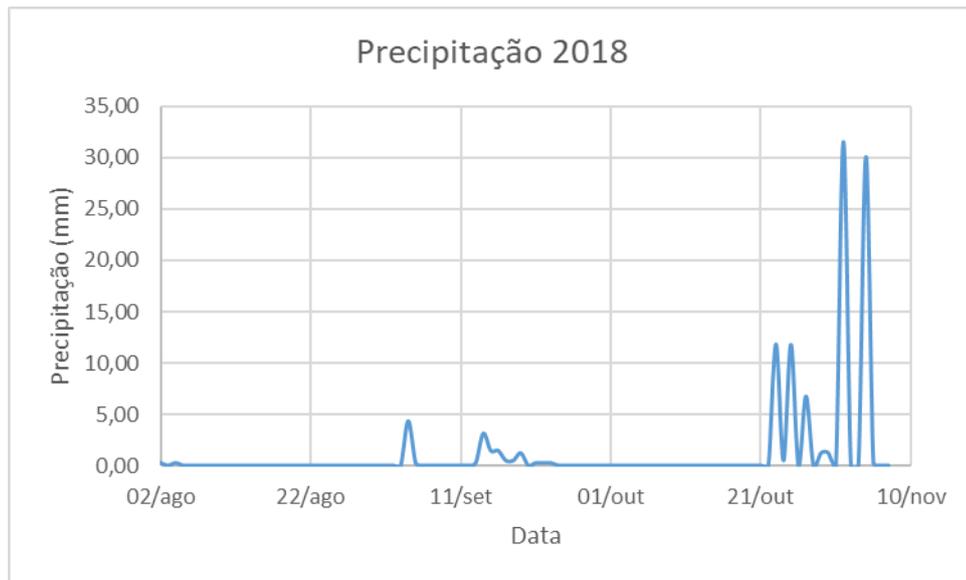
4.2.1 Pluviosidade

Os dados de pluviosidade em Ouro Preto – MG, no período de 2 de agosto à 10 de novembro de 2018, estão no gráfico da **Figura 16**, construído com base nos dados do **ANEXO C**.

O período inverno/primavera característico da região é de pequenas chuvas esporádicas, com inícios de precipitação contínua, segundo funcionário e habitantes do local, a partir do final de novembro, porém em 2018, de forma atípica, as chuvas iniciaram no final de outubro.

O período de chuvas antecipado sem dúvidas contribui de forma significativa na redução do risco de incêndio na área, aumentando a umidade relativa do ar e mantendo a vegetação sempre úmida.

Figura 16: Pluviosidade em Ouro Preto 02/08 a 07/11 de 2018



Fonte: SILVA, 2018.

4.2.2 Topografia/ Hidrografia da EET

Os topos elevados circundam grande parte da área da Estação, com níveis altimétricos variando entre 1280 a 1450 metros. As vertentes apresentam declives acentuados com desnivelamento topográfico variando em torno de 100 metros (FEAM, 1995).

A sub-bacia de drenagem é formada pelo córrego Botafogo, no limite oeste da Estação, que recebe em sua margem esquerda o córrego do Tripuí. A partir deste ponto, o principal canal de drenagem continua seu curso com o nome de córrego do Tripuí, que delineia um trajeto sinuoso e água corrente. De maneira geral, a área a jusante da sub-bacia apresenta-se bem drenada pelo córrego do Tripuí e seus afluentes (FEAM, 1995).

O vale encaixado por onde passa o Córrego do Tripuí, que pode ser observado na **Figura 17**, é circunscrito em altos divisores de água, parcialmente recoberto pela mata

mesófila que favorece a manutenção da umidade local estabelecendo microclima (FEAM, 1995).

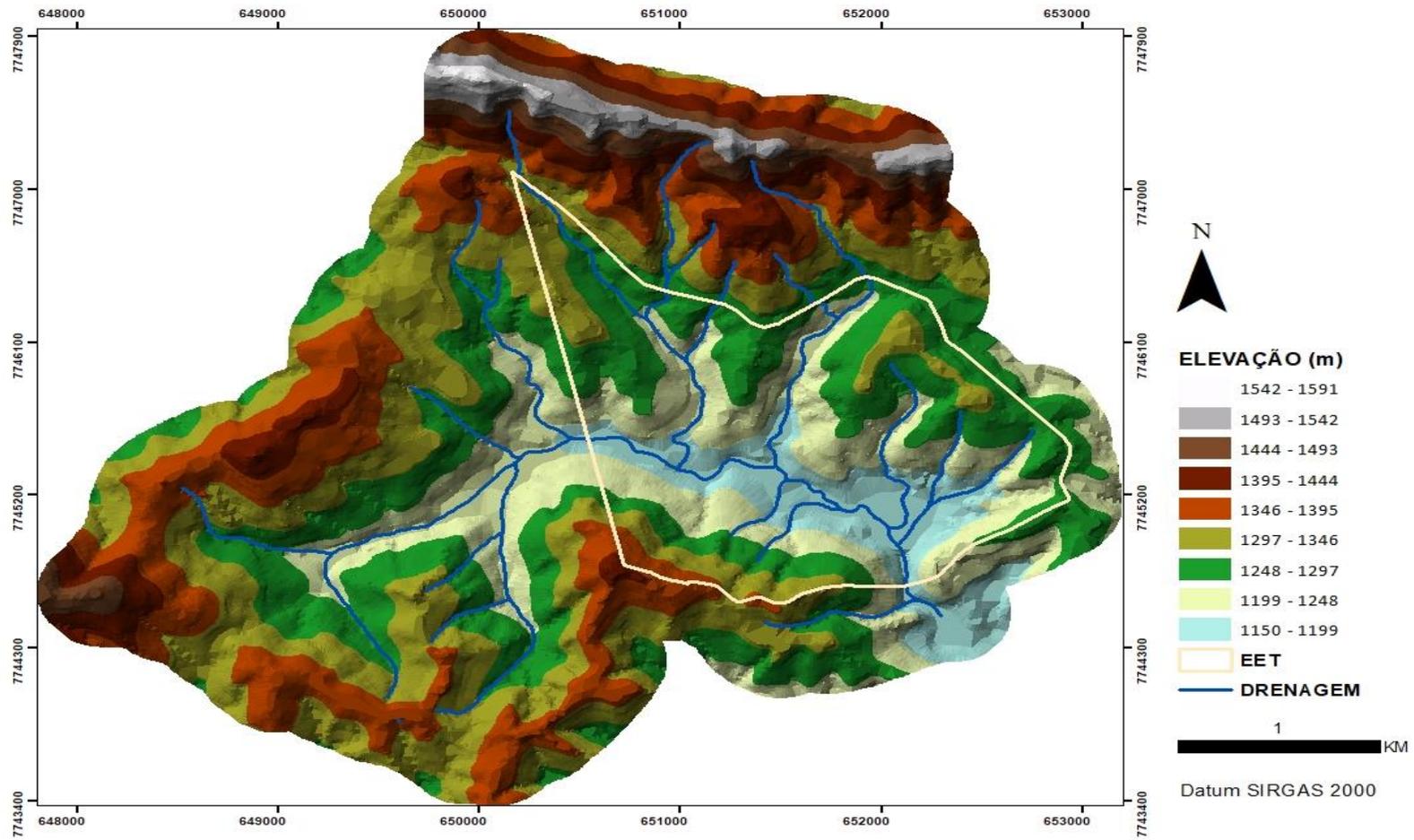
A característica do vale contribui para a ausência de incêndios dentro da unidade de conservação, uma vez que o fogo ao chegar por qualquer direção tem que descer na vertente, o que reduz os efeitos da convecção e da radiação sobre os combustíveis não queimados.

Esse fator diminui significativamente a velocidade de propagação e intensidade das chamas, fazendo que um incêndio que venha de fora seja abrandado ao chegar nos limites da EET.

Comparada com as áreas circunvizinhas, a área da Estação apresenta maior amplitude térmica diária. Durante o dia, as temperaturas são mais elevadas e durante à noite são mais frias (FEAM, 1995).

Observa-se que a unidade é bem drenada pelos afluentes do córrego do Tripuí. Os cursos d'água da região caracterizada por vegetação de campo, definido como área 1, são intermitentes e só possuem água nos períodos de chuva enquanto nas zonas de floresta e brejo, definidos como área 2 e 3, são perenes. Além de afetar a umidade do ar e da vegetação, reduzindo o risco de incêndio, os leitos podem servir como barreiras naturais, além da disponibilidade de água para o combate, no caso de um eventual incêndio. Percebe-se que a EET é circundada pelos afluentes da bacia, o que pode barrar eventuais incêndios florestais antes mesmo que estes chegam aos limites da unidade de conservação.

Os fatores citados anteriormente fazem da topografia e da hidrografia da EET extremamente desfavoráveis para a ocorrência ou propagação e favoráveis a um eventual combate de incêndios florestais, se tornando um grande aliado na unidade de conservação em sua preservação.

Figura 17: Topografia/Hidrografia da EET

Fonte: Aatoria própria, 2019.

4.2.3 Umidade relativa do ar, temperatura e vento.

O compilado de dados completo de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, altitude, data da coleta e localização referente a cada um dos pontos nas 3 áreas de estudo estão no **ANEXO B**.

Área 1:

Os valores máximos, médios e mínimos de umidade, **Figura 18**, e temperatura, **Figura 19**, foram utilizados para as análise da área 1.

O ponto 1 (P1A1) está localizado no local mais alto da EET, e nas duas primeiras semanas de leitura, de 29 de agosto a 12 de setembro, apresentou temperatura máxima de 27,9°C e UR mínima de 42,1%, valores que não são significativos quanto ao risco de incêndio. No entanto, esse ponto apresenta as maiores velocidades de vento registradas na estação, em torno dos 7,9 m/s, o que pode ser um fator preocupante tanto na ignição quanto na propagação do fogo.

O ponto 9 (P9A1), de mesma localização do ponto 1, porém entre os dias 24 e 31 de outubro, registrou a UR mínima de 34,5% coincidindo com a temperatura máxima registrada de 42,4°C no dia 24. No dia 28 também foi registrada alta temperatura, de 40,0°C associada a baixa UR de 35,1, fatores que associados com a velocidade do vento, em torno de 3,2 m/s, fazem deste ponto um local com elevado risco de incêndios.

O ponto 3 (P3A1) localizado próximo à estação elétrica da CEMIG, onde foram feitas medidas de 12 a 19 de setembro, apresentou uma temperatura máxima de 33,1°C. No entanto este valor de temperatura não ocorre associado com valores muito baixos de UR, que ficou sempre acima de 44,5%, além de a velocidade do vento medida ficar em torno dos 0,8m/s, o que não faz desse ponto um local crítico.

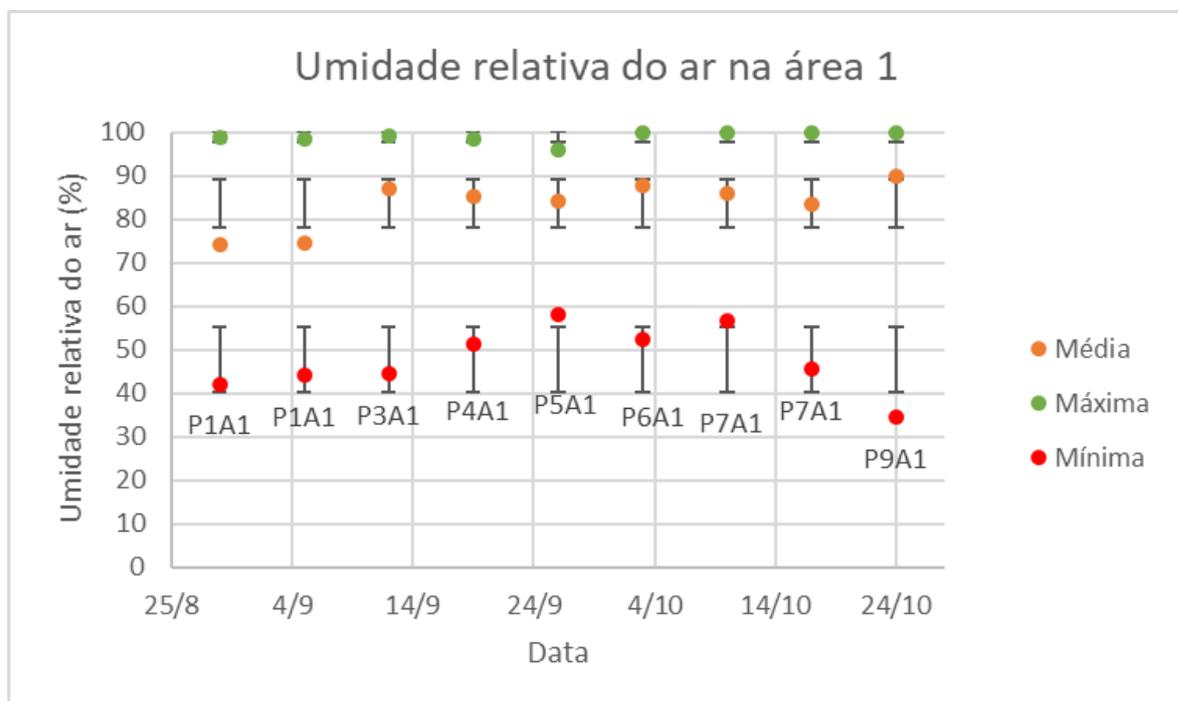
O ponto 4 (P4A1), localizado na região chamada pelos funcionários da unidade de “Venda Nova”, cujas medidas foram feitas de 19 a 26 de setembro, apresentou UR sempre acima de 51,5% e temperatura abaixo de 28,2°C, valores não preocupantes quanto ao risco de

queimadas. Neste ponto, o abrigo foi posicionado em uma área de mata fechada, variando dos demais da área 1 que estavam em vegetação de campo, ocasionando a ausência de vento, resultando em baixo risco de incêndio florestal.

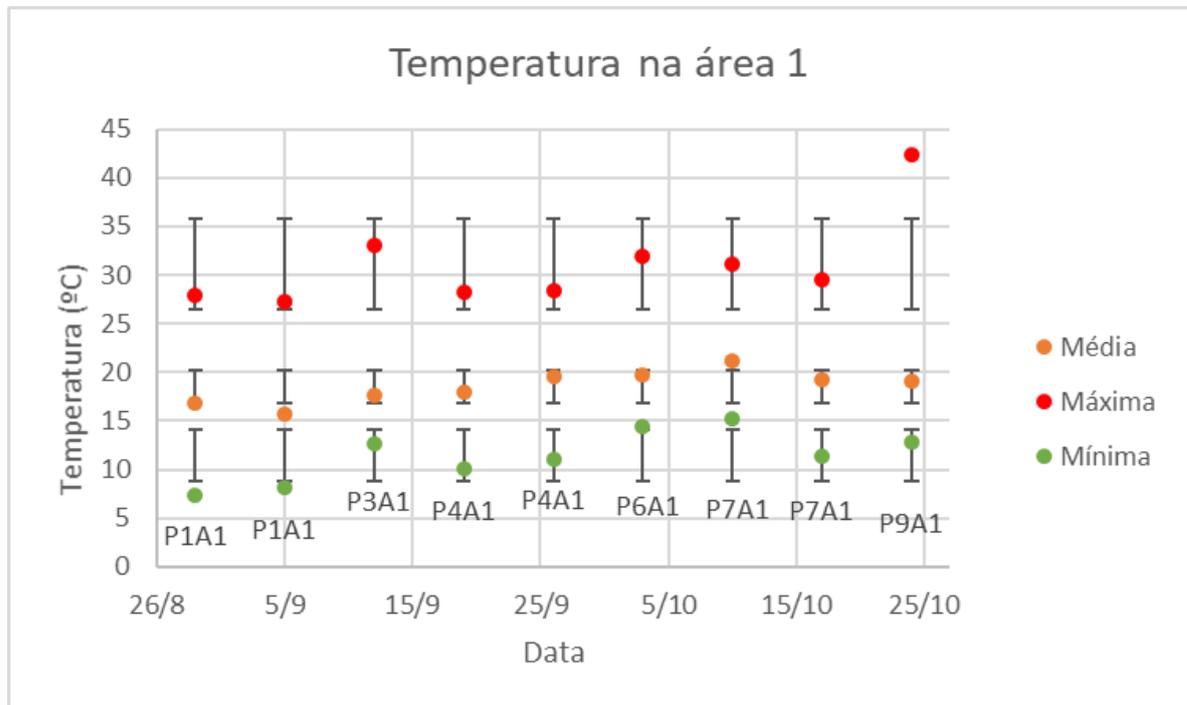
O ponto 6 (P6A1) localizado na transição entre a área de campo e a área de mata, cujas medidas foram feitas de 3 a 10 de outubro, apresentou temperatura máxima de 32°C, não ocorrendo associada a baixos valores de UR, além do ponto apresentar velocidade do vento 0m/s, não representando um alto risco de incêndio.

O ponto 7 (P7A1) assim, como o ponto 6, está em uma área de transição entre o campo e a mata, onde as medidas foram feitas por duas semanas, de 10 a 24 de outubro. Na primeira semana a temperatura máxima foi de 31,2°C. Na segunda semana temperatura não ultrapassou 30°C. A UR ficou durante todo o período acima de 45%. A velocidade do vento ficou em torno de 0,7 m/s na primeira semana e 0,3 m/s na segunda. Portanto esse ponto não apresentou valores relevantes quanto ao risco de queimadas.

Figura 18: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 1



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 19: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 1

Fonte: Autoria própria, 2018.

Área 2:

Os valores máximos, médios e mínimos de umidade relativa do ar utilizados para fazer análise estão na **Figura 20**, e os de temperatura se encontram na **Figura 21**.

Os pontos da área 2 estão distribuídos ao longo do curso d'água que corta a EET. A vegetação é de mata fechada, fazendo com que as medições de velocidade de vento sempre fossem iguais a 0m/s.

O ponto 1 (P1A2) próximo à antiga linha férrea, cujas medidas foram feitas de 29 de agosto a 5 de setembro, tem temperatura máxima de 31,1°C, não associada a baixos valores de UR, que ficou acima de 39,6%. A temperatura mínima foi de 1,9°C, destoando das outras áreas de estudo. Essa baixa temperatura possivelmente está associada à proximidade do curso d'água e a influência que este exerce na região próxima.

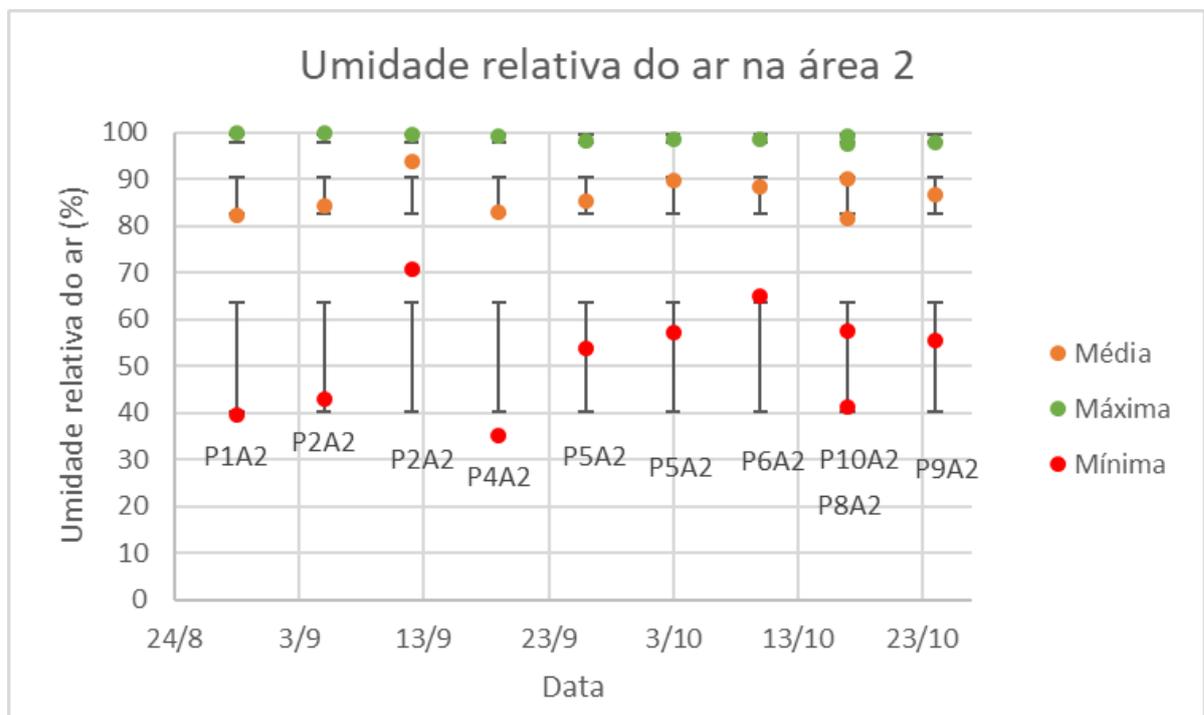
O ponto 2 (P2A2), no apiário, cujas medidas foram entre os dias 5 e 19 de setembro, apresentou temperatura mínima de 1,1°C, sendo a menor registrada entre todos os pontos da unidade.

O ponto 4 (P4A2) localizado próximo a lagoa, cujas medidas foram feitas de 19 a 26 de setembro, apresentou temperatura máxima de 36,5°C, ocorrendo associada a uma UR de 35,2 %, fatores que tornam maior o risco de ocorrência de incêndio.

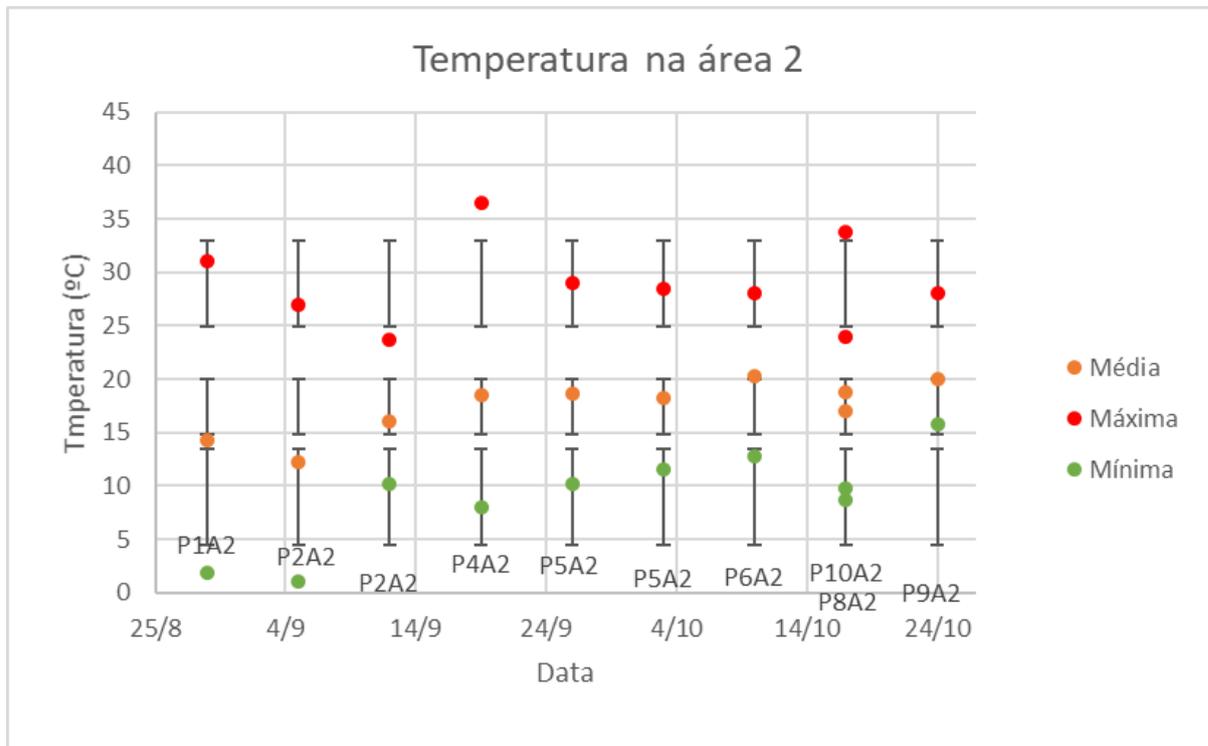
O ponto 5 (P5A2) próximo à casa do gerente da EET, o ponto 7 (P7A2) referenciado pelo cemitério, o ponto 8 (P8A2) lateral a estrada de terra que corta a EET e o ponto 9 (P9A2) na região chamada de “Gruta” pelos funcionários, de 26 de setembro a 31 de outubro tiveram temperaturas máximas inferiores a 29,0°C e UR mínima superior a 53,9%, não sendo considerados valores críticos com relação ao risco de incêndio.

O ponto 10 (P10A2) nas proximidades do antigo campo de futebol, cujas medidas foram feitas de 17 a 24 de outubro, apresentou temperatura máxima de 33,8°C e UR mínima de 41,4%.

Figura 20: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 2



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 21: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 2

Fonte: Autoria própria, 2018.

Área 3:

Os valores de umidade relativa usados para análise se encontram na **Figura 22**, e os de temperatura na **Figura 23**.

A área 3 é de mata fechada, fazendo com que as medições de velocidade do vento fossem iguais a 0m/s.

O ponto 1 (P1A3) na trilha atrás da guarita de entrada da EET, 3 (P3A3) na região chamada de “bambuzal”, 5 (P5A3) na entrada da Estalagem das Minas Gerais (SESC), ponto 8 (P8A3) próximo ao hotel da Estalagem das Minas Gerais (SESC) e 10 (P10A3) localizado nos arredores do antigo eucaliptal, cujas semanas de medições não são consecutivas, apresentaram temperatura máxima 28,5°C de e UR mínima de 44,7%, fazendo desses pontos pouco relevantes quanto ao risco de incêndio.

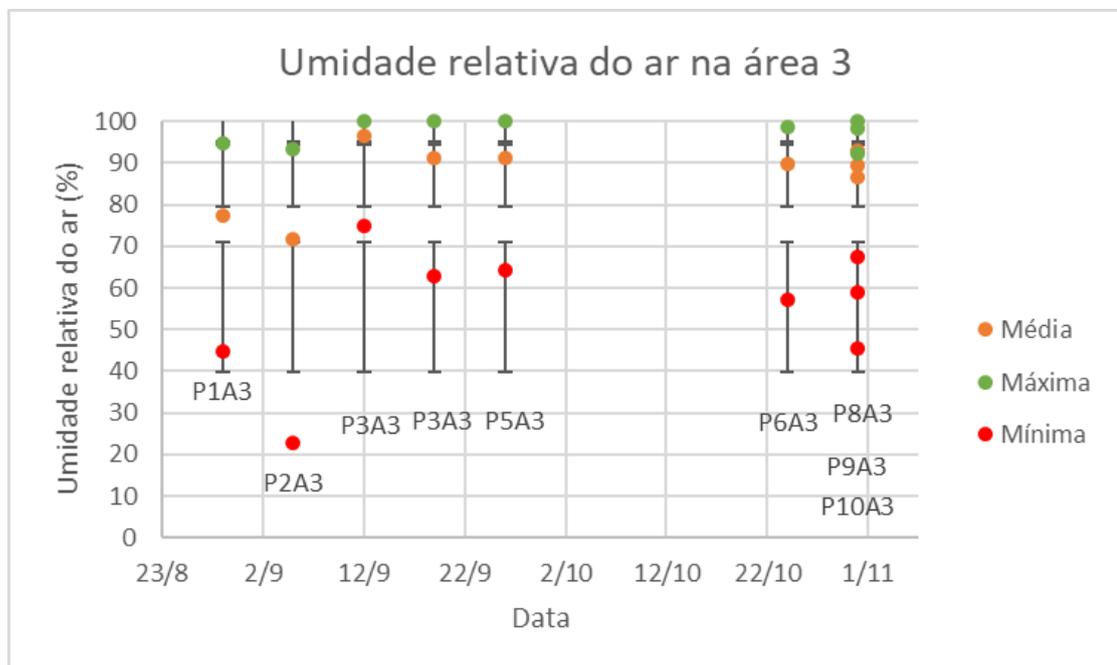
O ponto 2 (P2A3) na beira da BR356, próximo ao radar, cujas medidas foram feitas de 5 a 12 de setembro, e apresenta uma temperatura máxima de 42,3°C e uma umidade relativa do ar mínima de 22,8%, caracterizando uma situação crítica no que diz respeito ao risco de

incêndio. Cabe ressaltar que a possível associação com a alta temperatura e umidade baixa se dê por conta da proximidade da estrada de asfalto. O ar quente na superfície do asfalto é levado pelo vento na direção do local onde o abrigo se encontrava, podendo explicar a temperatura alta às 17 horas, **ANEXO A**. Esse seria o horário em que o asfalto estaria irradiando mais calor por ter ficado exposto ao sol durante o dia todo, explicando também a baixa umidade relativa do ar.

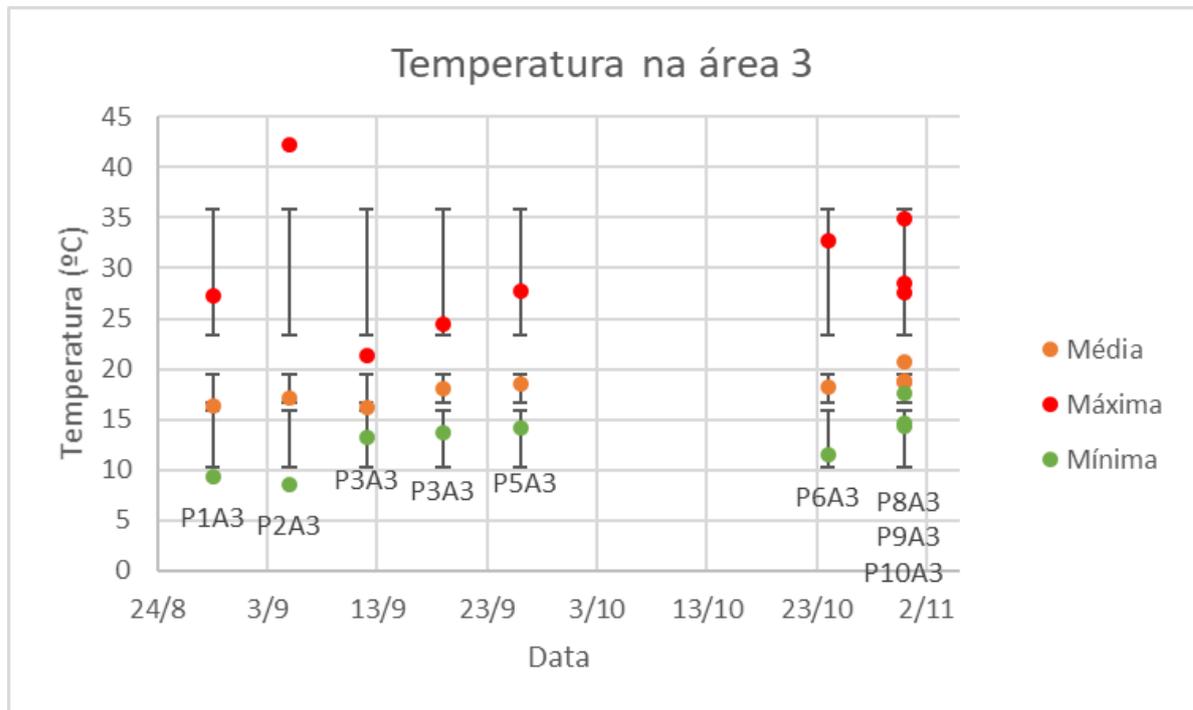
O ponto 6 (P6A3) na trilha próxima à lagoa, onde as medidas foram feitas de 24 a 31 de outubro, teve temperatura máxima de 32,7°C, porém, ela não ocorre associada a uma baixa UR, que sempre esteve acima de 49,9%.

O ponto 9 (P9A3) próximo ao trevo na entrada da EET, cujas medidas foram feitas de 31 de outubro a 7 de novembro apresentou uma temperatura máxima de 34,9°C, porém esta não ocorre associada a baixos valores de UR. A situação desse ponto é semelhante à do ponto 2, mas na época que foram feitas as medidas o período de chuvas já havia começado. Isso explica o porquê de apesar da alta temperatura registrada, a UR ficou acima de 45,3%

Figura 22: Umidades relativas do ar máximas, médias e mínimas na área 3



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 23: Temperaturas máximas, médias e mínimas na área 3

Fonte: Autoria própria, 2018.

4.3 Fator de risco de incêndio

O índice de Nesterov utiliza precipitação (mm), temperatura (°C) e déficit de saturação do ar (milibar), sendo necessárias medições diárias dessas variáveis. Apesar de possuir temperatura e precipitação diárias, não foi possível obter valores de déficit de pressão por falta de equipamentos adequados, e por isso esse método foi descartado.

O índice de Telitsyn usa temperatura do ar (°C) e temperatura do ponto de orvalho (°C) diários, dados coletados do termohigrômetro. Observou-se que o cálculo desse índice encerra o somatório em dias com precipitação maior que 2,5 mm, zerando o índice em um valor de pluviosidade baixo, o que pode ocasionar uma negligência de risco quando este ainda existe.

A fórmula de monte alegre alterada (FMA+) utiliza precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e velocidade de vento (m/s) diários. Os valores de precipitação e umidade relativa do ar foram obtidos, no entanto as medidas de velocidade do vento foram feitas de forma manual, o que inviabilizou a obtenção de dados na frequência necessária para utilização dessa metodologia.

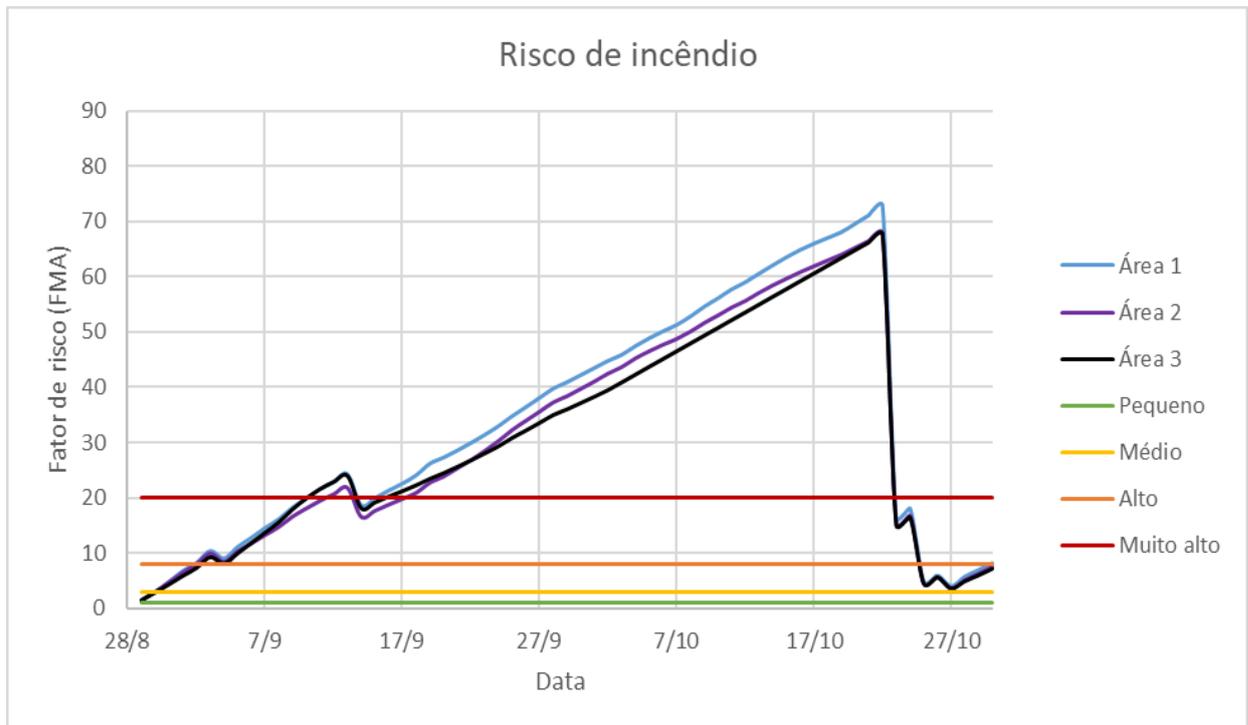
A fórmula de monte alegre (FMA) foi escolhida devido as variáveis que esta utiliza, sendo elas umidade relativa do ar (%) e pluviosidade (mm) diários. Foi possível obter as duas variáveis que compõem o cálculo desse índice diariamente, de modo a conseguir uma consistência nos cálculos, o que justifica sua escolha em relação aos demais. Os cálculos foram feitos utilizando a **Equação 3**.

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{H_i} \right)$$

Os gráficos que representam o fator de risco calculado pela FMA, **Figura 24**, foram confeccionados com base nas tabelas presente no **ANEXO D**. Eles mostram que o comportamento desse índice variou muito pouco de uma área para outra, o que não quer dizer que não exista uma área mais crítica. Isso apenas mostra que os fatores levados em consideração para inferir o fator de risco não variam de forma significativa nas diferentes áreas de estudo no período avaliado. Além do índice (FMA), também é preciso uma fazer análise dos diversos fatores que compõem cada uma das áreas. O que fica claro, ao analisar os gráficos é que nos períodos de seca, o risco de incêndio aumenta substancialmente nas três áreas, que vem a reduzir apenas quando começa a época com chuvas de maior intensidade e constância.

Cabe ressaltar que no período de 3 a 23 de outubro o equipamento que estava na área 3 apresentou um problema técnico e por isso essa área ficou sem medições nesse período. Os valores usados para seguir com o somatório do índice foram feitos a partir de uma média dos valores obtidos até o dado momento. Esse fato aconteceu na época da estiagem, onde a curva do fator de risco se comporta quase como uma reta crescente, portanto esse erro não afeta de forma significativa seu comportamento no gráfico. As medidas voltaram a ser feitas coincidindo com o início das chuvas, onde o comportamento da curva começa a variar.

O risco na área 1 é maior no período de estiagem que as demais áreas, apesar das três estarem classificadas com risco “muito alto”, e que eles crescem e decrescem juntos, pois o FMA é determinado pela precipitação, e esta foi considerada a mesma nas três áreas, tendo em vista o tamanho da unidade de conservação.

Figura 24: Risco de incêndio nas três áreas de estudo

Fonte: Autoria própria, 2018.

A **Tabela 9** mostra a quantidade de dias que o risco ficou em determinado grau, em cada uma das áreas de estudo, entre os dias 29/08/2018 e 30/10/2018. Observa-se que a maior diferença se encontra nos riscos alto e muito alto.

Tabela 9: Número de dias x Risco de incêndio x Área

Área	Risco de incêndio			
	Pequeno	Médio	Alto	Muito Alto
1	2	7	14	29
2	2	9	15	26
3	2	9	12	29

Fonte: Autoria própria, 2018.

As áreas 1 e 3 ficaram mais tempo com risco muito alto, e menos tempo com risco alto em relação à área 2, que acompanha um curso d'água. Isso acontece por causa de sua umidade relativa do ar as 13 horas, maior que das outras, fazendo que, em períodos de estiagem, ela

fique mais tempo com grau de risco alto, demorando um pouco mais a atingir o índice muito se comparado com as demais.

4.4 Correlação entre os fatores microclimáticos

Área 1:

A umidade relativa do ar média da área 1 ficou sempre acima dos 70 % mostrando que, na maior parte do tempo, o local apresenta uma umidade alta. No entanto, o valor de mínima mais baixo foi de 33,5 %, sendo que esta ocorre no mesmo momento em que a temperatura chega aos 42,4°C. Esses fatores associados ao longo período de seca registrado representam um risco elevado de incêndio.

Dentre as três áreas de estudo, a área 1 foi a única com velocidade do vento diferente de zero, visto que as outras áreas são de mata fechada enquanto a área 1 é prioritariamente de vegetação aberta, de campo de altitude. O fato de ventar, associado com altas temperaturas e ocasionalmente baixas umidades relativas do ar, faz dessa área uma possível zona de ignição.

As medidas de vento apresentaram direção predominante leste/oeste, e em alguns dias norte/sul. Mesmo sendo medidas semanais, verificou-se direção predominante, possibilitando a previsão da direção de propagação do fogo em caso de queimada.

A vegetação é favorável para ocorrência de incêndios uma vez que é composta de campo limpo e campo sujo, que possuem como característica material leve e de pouco volume. Esse tipo de combustível queima rapidamente, o que favorece o início e continuidade do fogo.

O fato da área 1 ser na vertente alta da EET, e esta se encontrar encaixada em um vale, faz com que o fogo precise descer na encosta. Assim, apesar dessa área apresentar fatores propícios para o início de um incêndio, é pouco provável que este propague com grande intensidade em direção à unidade de conservação, uma vez que ao percorrer o trajeto vertente abaixo os efeitos de convecção e radiação sobre os combustíveis não queimados serão fracos.

Área 2:

A menor temperatura registrada foi de 1,1°C, porém a média foi de 17,41°C, que não difere significativamente das outras áreas, e a máxima atingiu 36,2°C.

A vegetação é fechada e a medida vento 0 m/s. A ausência de vento, associada com temperatura máximas menores e umidades relativas mínimas maiores, conferem a essa área um menor risco de incêndio.

O fato de ser uma área que acompanha o córrego do Tripuí faz com que a vegetação esteja sempre úmida, reduzindo sua combustibilidade. Além disso, a maior parte da vegetação é de floresta com material pesado, que requer uma intensidade de chama alta para conseguir queimá-la. O córrego ainda funciona como fonte de obtenção de água estratégica para a operação de combate.

Área 3:

A presença da estrada na lateral desta área possivelmente influenciou nos resultados dos pontos críticos 2 e 9, localizados acima do seu nível, os quais apresentaram valores de temperatura altos, pois o ar quente gerado pelo calor no asfalto tende a subir devido a sua menor densidade em relação ao ar frio. Nos pontos em que o abrigo foi colocado abaixo da estrada, essa influência não foi verificada, pois o ar quente não chega até eles.

O microclima da EET prevê variações abruptas de temperatura entre a noite e o dia. A proximidade com a estrada faz a percepção de uma área crítica, para ocorrência de incêndio pois geralmente eles são de origem antropogênica.

A ausência de vento e a declividade do terreno na direção do parque faz com que um incêndio tenha dificuldade em se propagar.

A vegetação de floresta fechada, com muito material pesado exige uma alta intensidade de chama para conseguir queimá-la, fazendo dessa área um possível foco de início de incêndios, mas com pouca probabilidade de propagação.

Assim como na área 1, o fator topográfico está em favor da EET, uma vez que um incêndio teria que prosseguir morro abaixo para adentrar a estação ecológica.

4.5 Analisando EET como um todo

As três áreas de estudo apresentaram uma temperatura média, **Tabela 10**, dentro da que descreve a classificação macroclimática na qual a EET está inserida, conforme a classificação Cwb de Köppen. No entanto, essa temperatura média atrapalha a percepção das variações pelas quais esta passa durante o dia, além de não levar em consideração todos os fatores locais que podem influenciar no microclima da unidade de conservação. Em certos locais a temperatura chegou a atingir mais de 40°C, apresentando risco de incêndios, enquanto em outros momentos e locais ela foi próxima de 1°C.

O mesmo princípio se aplica aos valores de umidade relativa do ar, **Tabela 10**. Ao observar o valor médio das três áreas de estudo, eles não variam muito entre si, no entanto esse valor mascara as variações e peculiaridades que cada uma possui. No geral a UR da EET é alta, mas chegou a 22,8%, apresentando risco de queimadas. Observou-se que os valores elevados de temperatura e de baixa UR acontecem em períodos diferentes nas áreas, mostrando variação de comportamento do clima dentro da própria unidade.

Tabela 10: Valores médios de cada área

	Temperatura Média (°C)	Umidade relativa do ar Média (%)
Área 1	18,54	83,6
Área 2	17,41	86,51
Área 3	18,12	87,34

Fonte: Autoria própria, 2018.

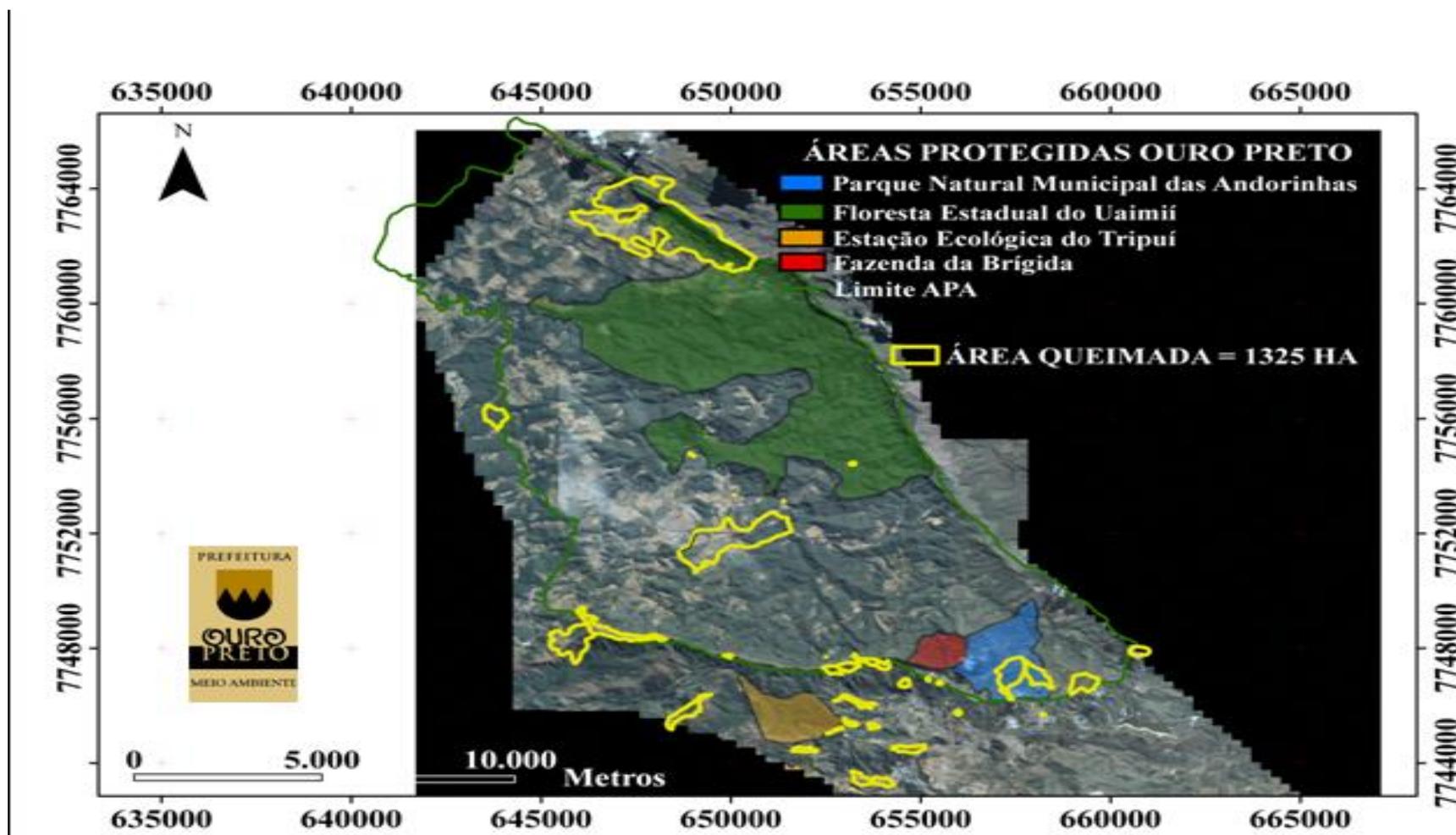
A EET tem variedade quanto a vegetação, mesmo se tratando de uma unidade de conservação pequena. Das descrições de vegetação locais, a de campo é mais propícia a incêndio que as áreas de mata, por se tratarem de gramíneas, caracterizando combustível mais leve e fácil de ser consumido, ajudando na ignição do fogo. No caso da EET a vegetação também teve influência nas medições de velocidade do vento, que só foi diferente de zero nas

áreas de mata aberta. O vento presente nessa área pode auxiliar na propagação das chamas e em sua intensidade, o que faz dele um fator preocupante.

As áreas de mata fechada se mostram menos susceptíveis à ocorrência de queimadas por se tratar de material mais pesado e úmido, associado ao curso d'água que a corta, mantendo a vegetação próxima ainda mais úmida.

O maior aliado da unidade de conservação quanto à prevenção de incêndios é sua topografia, conforme mostra o modelo de elevação, **Figura 17**. A EET apresenta características microclimáticas que tornam pouco propícias as condições de ignição de fogo dentro de seu território além de se encontrar encaixada em um vale, fazendo que qualquer que seja a direção que o fogo de fora ocorra, este tenha que descer as encostas para adentrar na EET. Esse fator reduz os efeitos de convecção e radiação sobre o combustível ainda não queimado, fazendo o fogo perder intensidade e velocidade. Na Secretaria de Meio Ambiente de Ouro Preto foi possível obter um mapa de queimada no município, **Figura 25**, sendo o mais atual disponível do ano de 2007. Percebe-se que apesar de ser antiga, a imagem mostra que os incêndios ocorrem ao redor da EET, e não entram nela, provavelmente devido à influência do relevo local sobre os incêndios.

Figura 25: Queimadas em Ouro Preto no ano de 2007



Fonte: SMMA, 2007.

5 CONCLUSÃO

A caracterização da vegetação local quanto ao risco de incêndio foi feita de forma teórica, baseado em literatura e no que foi visto em campo, sem análises laboratoriais. Observou-se que a vegetação de campo é mais propícia à ocorrência de incêndio dada sua maior facilidade de desidratar e com isso pegar fogo. A vegetação de floresta, por ser mais lenhosa, demora mais a perder sua umidade, o que a torna menos propícia à ocorrência de incêndios.

As variáveis microclimáticas obtidas em cada uma das áreas foram comparadas entre si, de modo a evidenciar a diferença entre elas. Os valores médios não diferem dos valores teóricos macroclimáticos característicos da região, o que não exclui a relevância das peculiaridades apresentadas pelo microclima local quanto ao risco na ocorrência de queimadas.

Cada área de estudo apresentou peculiaridades que as tornavam diferentes. A área 2 apresentou menos risco pois teve temperatura máxima baixa e é cortada pelo córrego, que mantém o ambiente e a vegetação úmidos. A área 1 apresentou temperatura alta e UR baixa, que associados com o vento local, e a vegetação leve, que configura um combustível mais fácil de ser consumido, tornam dessa uma possível área de ignição e propagação de fogo. A área 3 também apresentou temperatura elevadas e valores baixos de UR. Nessa área, o fator mais preocupante é a proximidade com a estrada, pois esses fatores associados ao trânsito de pessoas fazem dessa área propícia à incêndios. No entanto, sua vegetação é pesada, exigindo um fogo de maior intensidade para conseguir progredir.

No estudo foi feito o acompanhamento do risco de incêndio das três áreas conforme metodologia do Índice de Monte Alegre. Nos resultados foi possível distinguir as peculiaridades de cada uma das áreas de estudo, e a influência que estas poderiam ter em uma eventual ocorrência de queimadas. Observou-se que a EET se encontra em local privilegiado quanto a topografia, e que esta é o fator mais relevante no que diz respeito a ausência de queimadas de grande proporção nos limites da unidade de conservação, uma vez que qualquer incêndio que chegue em suas imediações tem que progredir morro a baixo para adentrar na unidade, o que reduz os efeitos de convecção e radiação sobre a vegetação não

queimada fazendo o fogo perder intensidade. Esse fator associado com a alta umidade do local fazem do microclima da EET desfavorável à ocorrência de incêndios florestais.

O FMA, utilizado para inferir o grau de risco de incêndio de acordo com dados coletados, tem sua eficiência pois usa variáveis de grande peso para ocorrência de incêndios florestais em seu cálculo. No entanto, a análise pura e exclusivamente do resultado do índice pode levar a resultados equivocados, já que este não se atenta a variáveis locais que exercem influência tão grande quanto as usadas por ele.

Por fim, percebeu-se que a área de campo de campo é a mais relevante para confecção de um aceiro para prevenção nas margens da unidade de conservação, e para monitoramento, uma vez que apresentou características propícias a incêndios. Na área próxima à estrada que também é relevante, não é viável pois a estrada é o limite da EET, e este teria que ser feito dentro das dependências do Tripuí, o que não é permitido por lei pela supressão vegetal que este provoca. Portanto, nessa área o monitoramento e a fiscalização são de suma importância.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALVARES, C.A *et al.* **Perigo de incêndio florestal: aplicação da Fórmula de Monte Alegre e avaliação do histórico para Piracicaba.** *Scientista Forestalis*, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 521-532, dez. 2014.
- 2- ALVES, K.M.A.S., NÓBREGA, R.S. Uso de dados climáticos para análise espacial de risco de incêndio. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 10, núm. 22, maio-agosto, Universidade Federal do Ceará 2011.
- 3- ARRUDA, R. " **Populações tradicionais" e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação.** *Ambiente & sociedade*, n. 5, p. 79-92, 1999.
- 4- BRASIL, **Lei 9.985 de 18 de julho de 2000** - Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/sistema-nacional-de-ucs-snuc>>.
- 5- BRIGADA1. **Apostila do Curso de Formação de Brigadista Voluntario de Prevenção e Combate a incêndios Florestais da ONG Brigada 1.** Belo Horizonte: junho de 2014.
- 6- CAVALCANTI, I.FA. **Tempo e clima no Brasil.** Oficina de textos, 2016
- 7- DE CAMARGO, A. P.; MARIN, F.R; DE CAMARGO, M.B.P. **Zoneamento climático da Heveicultura no Brasil.** Embrapa Monitoramento por Satélite-Documents (INFOTECA-E), 2003.
- 8- FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Manejo da Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG,** 1995, Belo Horizonte. FEAM.

- 9- GATTI, F. D. **Biodiversidade de Besouros Longicórneos (Coleoptera: Cerambycidae) da Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG.** 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2015.
- 10- GUERRA, J.A. **Avaliação do uso de abrigos meteorológicos em unidades de conservação para coleta de dados climatológicos necessários para confecção de mapas de risco de incêndios.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto: 2016.
- 11- ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Manual para formação de brigadista de Prevenção e Combate a incêndios Florestais.** Brasília: ICMBIO,2010.
- 12- IGAM-Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Drenagem da Bacia do Rio Doce.** Belo Horizonte, 2019.
- 13- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Curvas de nível (30m).** Brasília, 2019.
- 14- KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- 15- LOPES, L.S. **Modelação do risco e dinâmica do fogo para apoio ao planejamento e gestão do espaço florestal: caso de estudo-bacia hidrográfica do Rio Estorões.** 2014. Dissertação de Mestrado.
- 16- LOURENÇO, L. **Índices de Risco de Incêndio e sua Aplicação.** Ciência Viva, p: 159, 2016.
- 17- MANZI, A.O. **Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia.** Brasília: 2005.
- 18- MENDONÇA, F; OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de textos, 2017.

- 19- NUNES, J.R.S; SOARES, R.V; BATISTA, A.C. **FMA+-Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná**. II Seminário de Atualidades em Proteção Florestal, Blumenau-SC, p. 1-12, 2005.
- 20- NUNES, J.R.S; SOARES, R.V; BATISTA, A.C. **Ajuste da Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+) para o estado do Paraná**. Floresta, v. 37, n. 1, 2007.
- 21- PHILLIPS, C; NICKEY, B. **The Concept of Spatial Risk and Its Application to Fire Prevention**. Fire Managment Notes, Idaho n. 39, 1978.
- 22- REBOITA, M.S; RODRIGUES, M; SILVA, L.F; ALVES, M.A. **Aspectos climáticos do estado de minas gerais (climate aspects in minas gerais state)**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 17, 2015.
- 23- SAMPAIO, O.B. **Estudo Comparativo de índice, para previsão de Incêndios Florestais, na Região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. (Mestrado em Ciência Florestal). Viçosa, MG, 1991. Dissertação (Mestre) - Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa.
- 24- SAMPAIO, O.B. **Análise da eficiência de quatro índices, na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos-SP**. 1999.
- 25- SETR – Segurança e Saúde no Trabalho Rural, **Incêndios Florestais - conceito, causas e fatores de propagação**. 2013. Disponível em: <<http://www.sestr.com.br/2013/08/incendios-florestais-conceito-causas-e.html>>.
- 26- SMMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Áreas protegidas em Ouro Preto**. Ouro Preto. 2007.
- 27- SILVA, G.Q... Laboratório de hidráulica da Escola de Minas, Departamento de Engenharia civil UFOP, Ouro Preto – Minas Gerais. **Dados laboratoriais**, 2018.
- 28- SILVA, R.G. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: IBAMA, 1998.

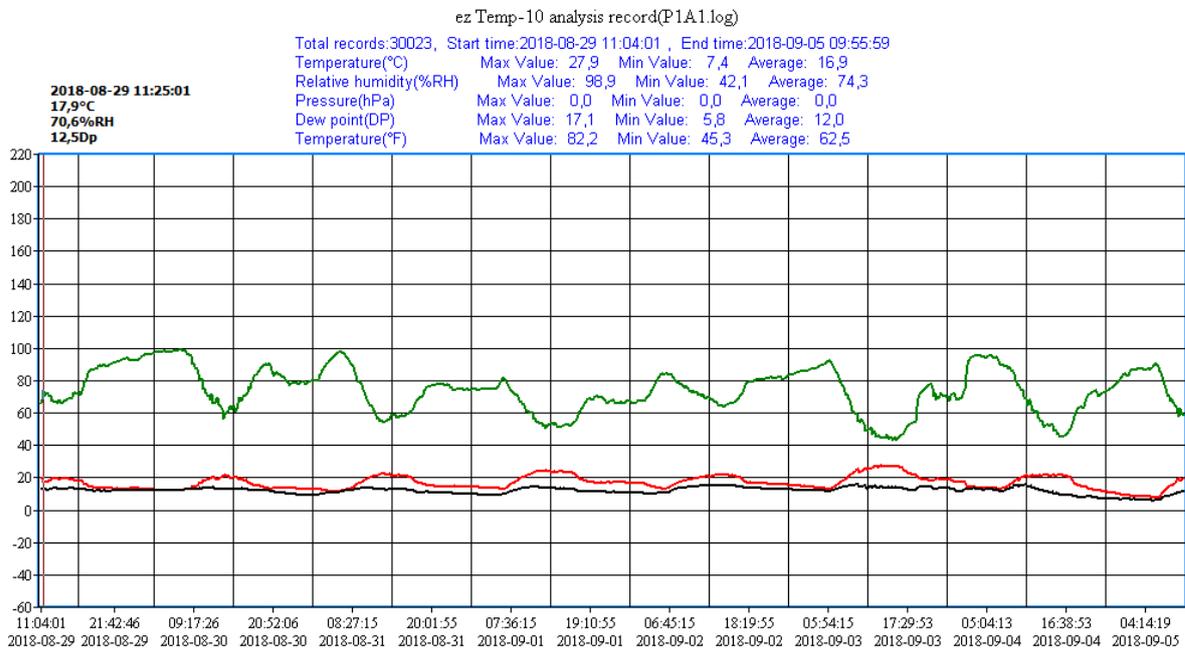
- 29- SOARES, R.V. Índice de Perigo de Incêndio. **Revista do Departamento de Eng. Florestal UFPR**. Curitiba, n. 13, 1972.
- 30- SOUZA, M.A. **Levantamento de Plantas de Baixa Inflamabilidade em Áreas Queimadas de Cerrado no Distrito Federal e Análise de suas Propriedades Físicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília. Brasília: 2015.
- 31- TABARELLI, M; PINTO, L.P; SILVA, J.M.C; HIROTA, M.M; BRDÊ, L.C. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira**. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.
- 32- TANNUS, J.L.S; ASSIS, M.A. **Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina-SP, Brasil**. Brazilian Journal of Botany, p. 489-506, 2004.
- 33- TREWARTHA, G.T. **An Introduction to Climate**. New York: McGraw-Hill, 1954.

7 ANEXO A

Dados coletados pelos termohigrômetros:

Sendo a linha verde referente à umidade reativa do ar, a vermelha à temperatura ambiente e a preta à temperatura do ponto de orvalho.

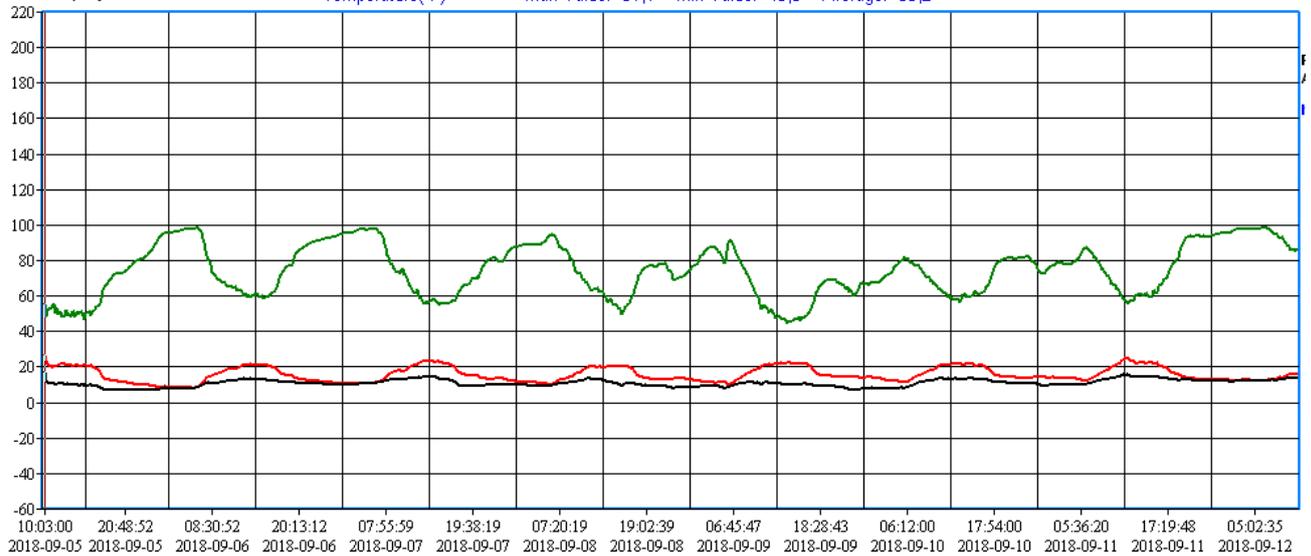
Área 1:



ez Temp-10 analysis record(P1A1-2.log)

Total records:30355, Start time:2018-09-05 10:03:00, End time:2018-09-12 10:48:15
 Temperature(°C) Max Value: 27,3 Min Value: 8,1 Average: 15,7
 Relative humidity(%RH) Max Value: 98,3 Min Value: 44,1 Average: 74,6
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 17,4 Min Value: 6,7 Average: 10,8
 Temperature(°F) Max Value: 81,1 Min Value: 46,6 Average: 60,2

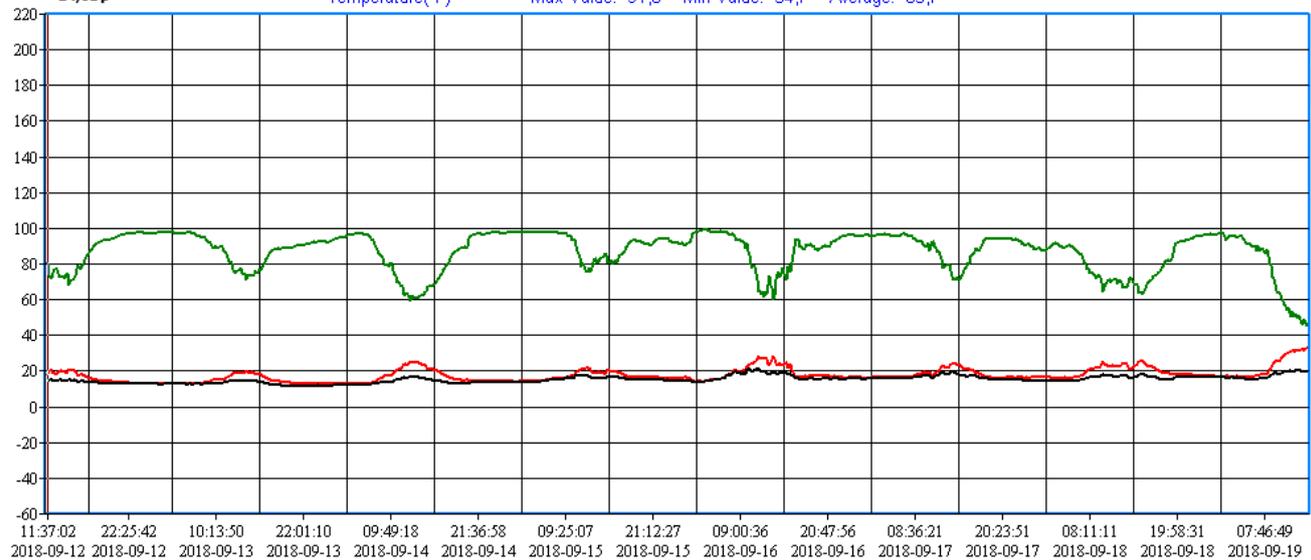
2018-09-05 10:03:00
 27,0°C
 55,9%RH
 17,4dp



ez Temp-10 analysis record(P3A1.log)

Total records:30580, Start time:2018-09-12 11:37:02, End time:2018-09-19 13:35:09
 Temperature(°C) Max Value: 33,1 Min Value: 12,6 Average: 17,6
 Relative humidity(%RH) Max Value: 99,3 Min Value: 44,5 Average: 86,9
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 22,2 Min Value: 11,5 Average: 15,2
 Temperature(°F) Max Value: 91,6 Min Value: 54,7 Average: 63,7

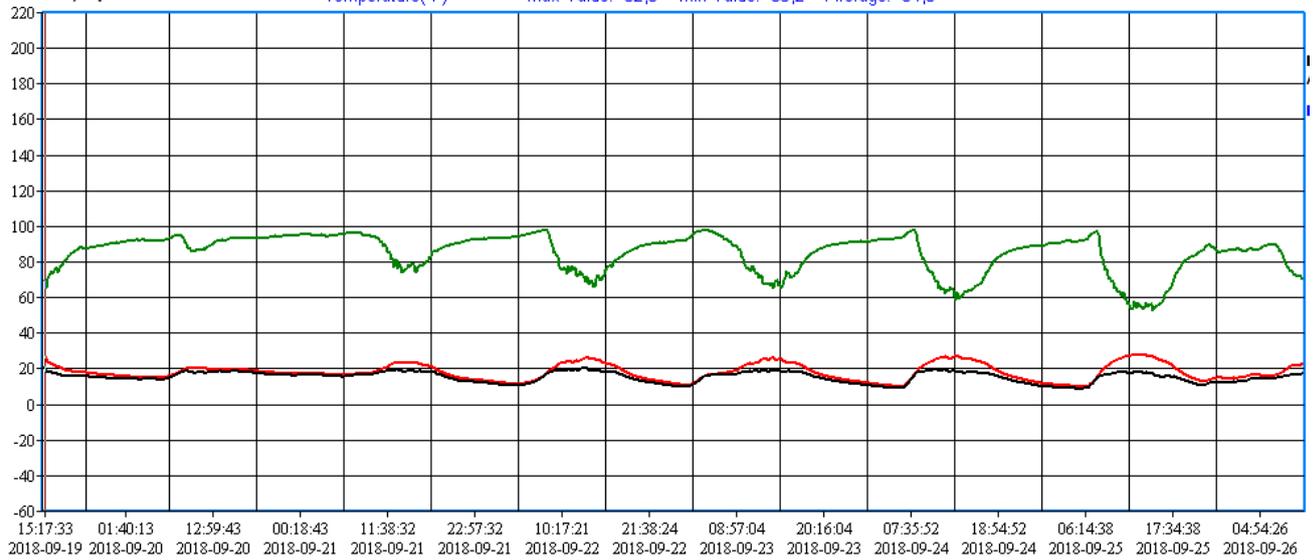
2018-09-12 11:37:02
 17,9°C
 81,1%RH
 14,6dp



ez Temp-10 analysis record(P4A1.log)

Total records:29350, Start time:2018-09-19 15:17:33 , End time:2018-09-26 10:28:26
 Temperature(°C) Max Value: 28,2 Min Value: 10,1 Average: 18,0
 Relative humidity(%RH) Max Value: 98,3 Min Value: 51,5 Average: 85,2
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 21,7 Min Value: 8,8 Average: 15,3
 Temperature(°F) Max Value: 82,8 Min Value: 50,2 Average: 64,3

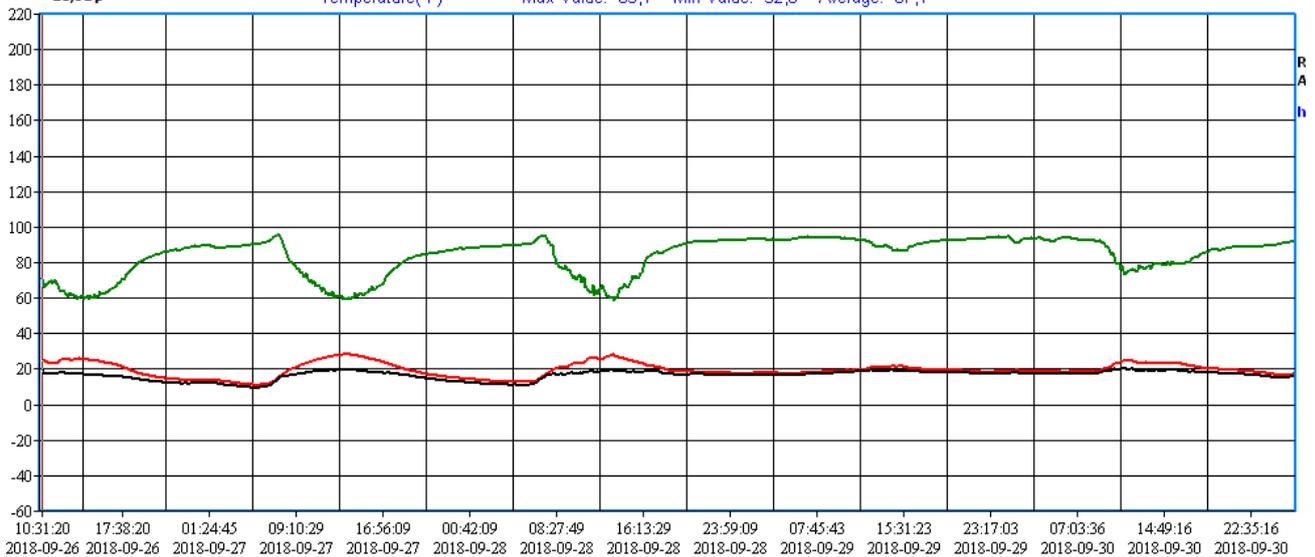
2018-09-19 15:17:33
 27,0°C
 69,7%RH
 21,0Dp



ez Temp-10 analysis record(P4A1-2.log)

Total records:20132, Start time:2018-09-26 10:31:20 , End time:2018-10-01 02:25:06
 Temperature(°C) Max Value: 28,4 Min Value: 11,1 Average: 19,5
 Relative humidity(%RH) Max Value: 95,8 Min Value: 58,2 Average: 84,0
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 21,0 Min Value: 9,5 Average: 16,6
 Temperature(°F) Max Value: 83,1 Min Value: 52,0 Average: 67,1

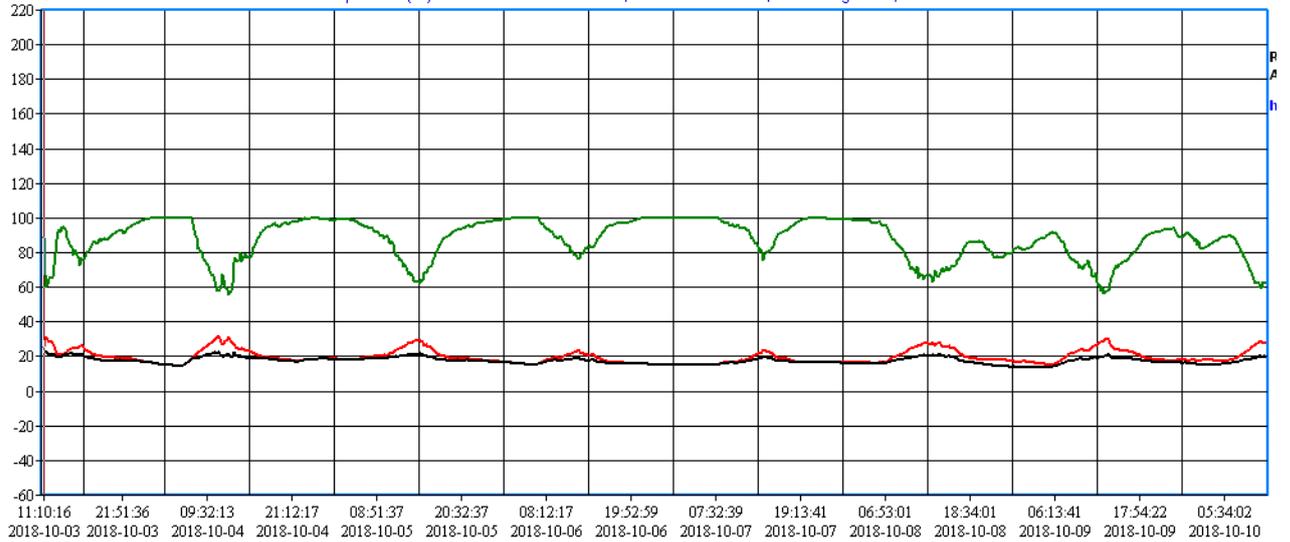
2018-09-26 10:31:20
 24,4°C
 71,5%RH
 18,9Dp



ez Temp-10 analysis record(P6A1.log)

Total records:30241, Start time:2018-10-03 11:10:16, End time:2018-10-10 11:18:22
 Temperature(°C) Max Value: 32,0 Min Value: 14,5 Average: 19,7
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 52,3 Average: 87,9
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 23,6 Min Value: 13,6 Average: 17,5
 Temperature(°F) Max Value: 89,6 Min Value: 58,1 Average: 67,5

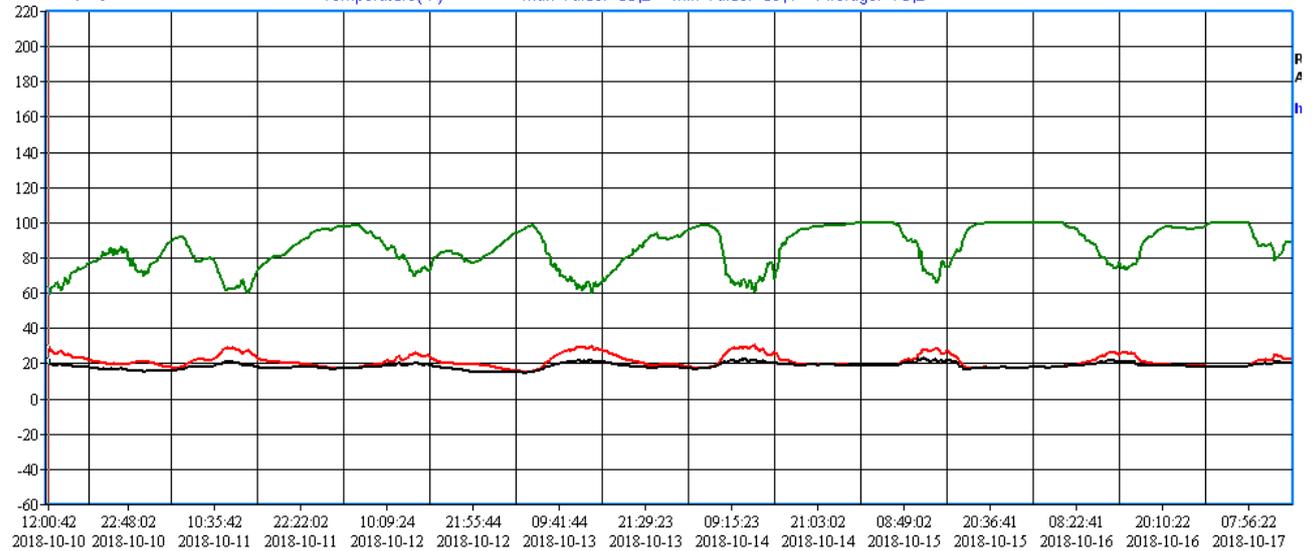
2018-10-03 11:10:16
 25,5°C
 89,2%RH
 23,6Dp



ez Temp-10 analysis record(P7A1.log)

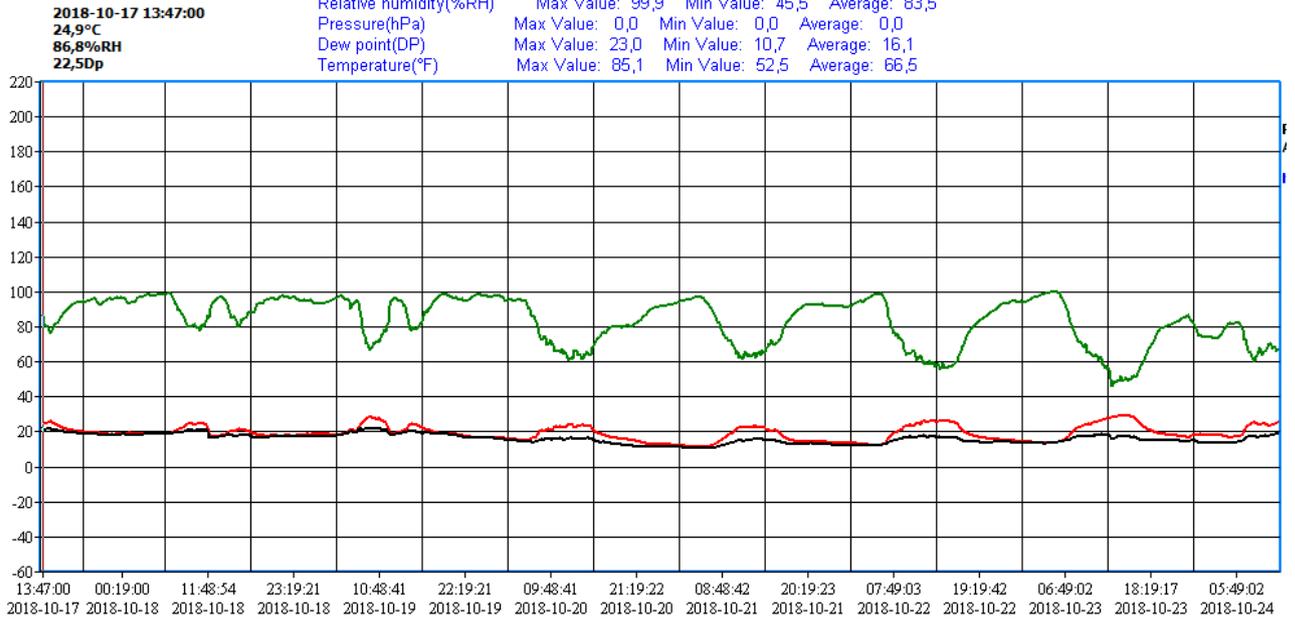
Total records:30527, Start time:2018-10-10 12:00:42, End time:2018-10-17 13:44:02
 Temperature(°C) Max Value: 31,2 Min Value: 15,2 Average: 21,2
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 56,7 Average: 86,0
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 23,4 Min Value: 14,7 Average: 18,6
 Temperature(°F) Max Value: 88,2 Min Value: 59,4 Average: 70,2

2018-10-10 12:00:42
 30,8°C
 63,8%RH
 23,1Dp



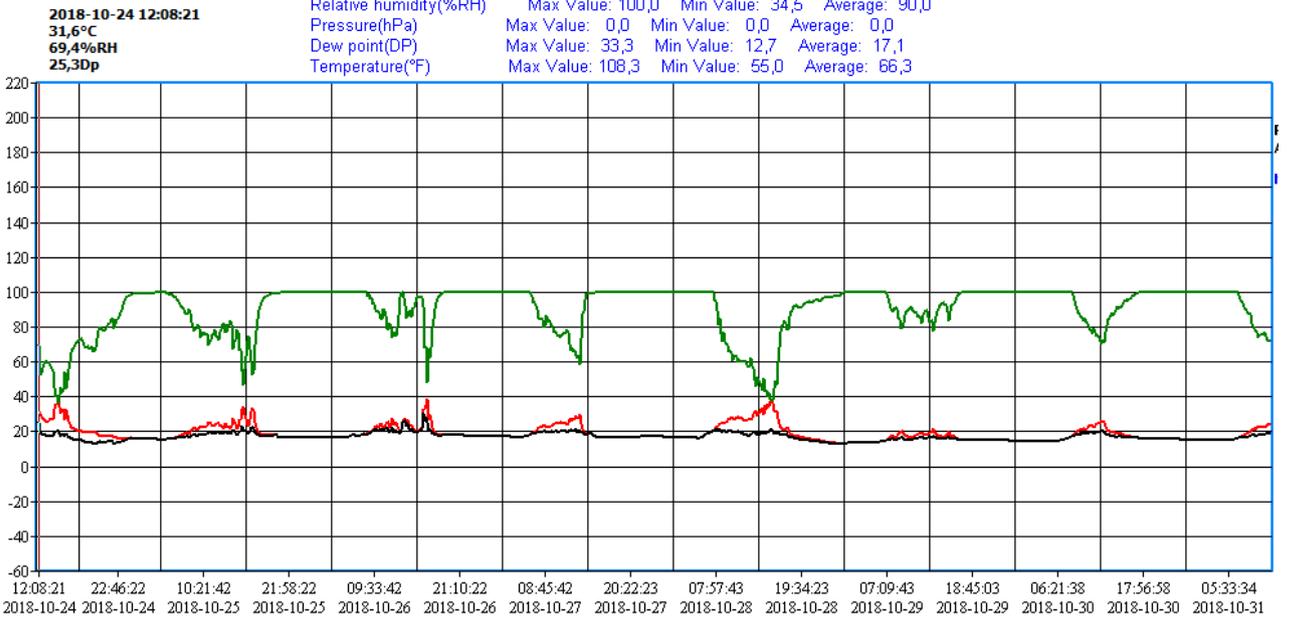
ez Temp-10 analysis record(P7A1-2.log)

Total records:29801, Start time:2018-10-17 13:47:00, End time:2018-10-24 11:28:22
 Temperature(°C) Max Value: 29,5 Min Value: 11,4 Average: 19,2
 Relative humidity(%RH) Max Value: 99,9 Min Value: 45,5 Average: 83,5
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 23,0 Min Value: 10,7 Average: 16,1
 Temperature(°F) Max Value: 85,1 Min Value: 52,5 Average: 66,5

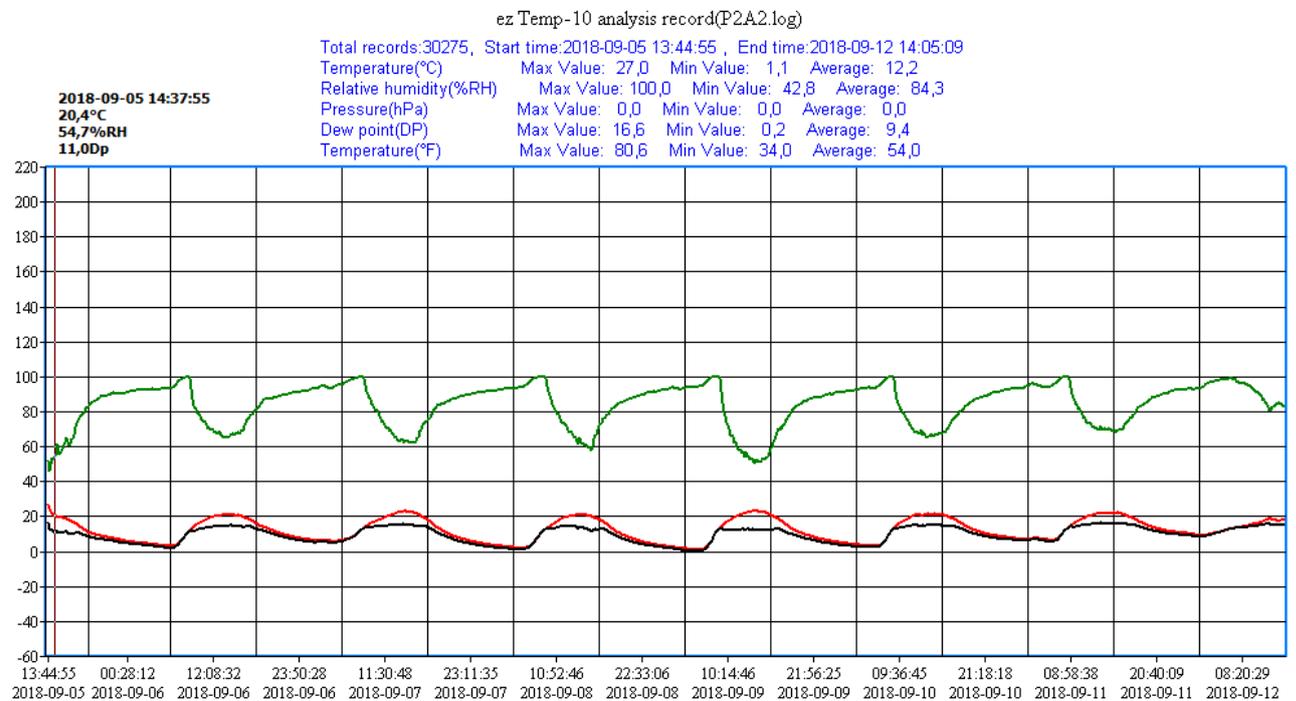
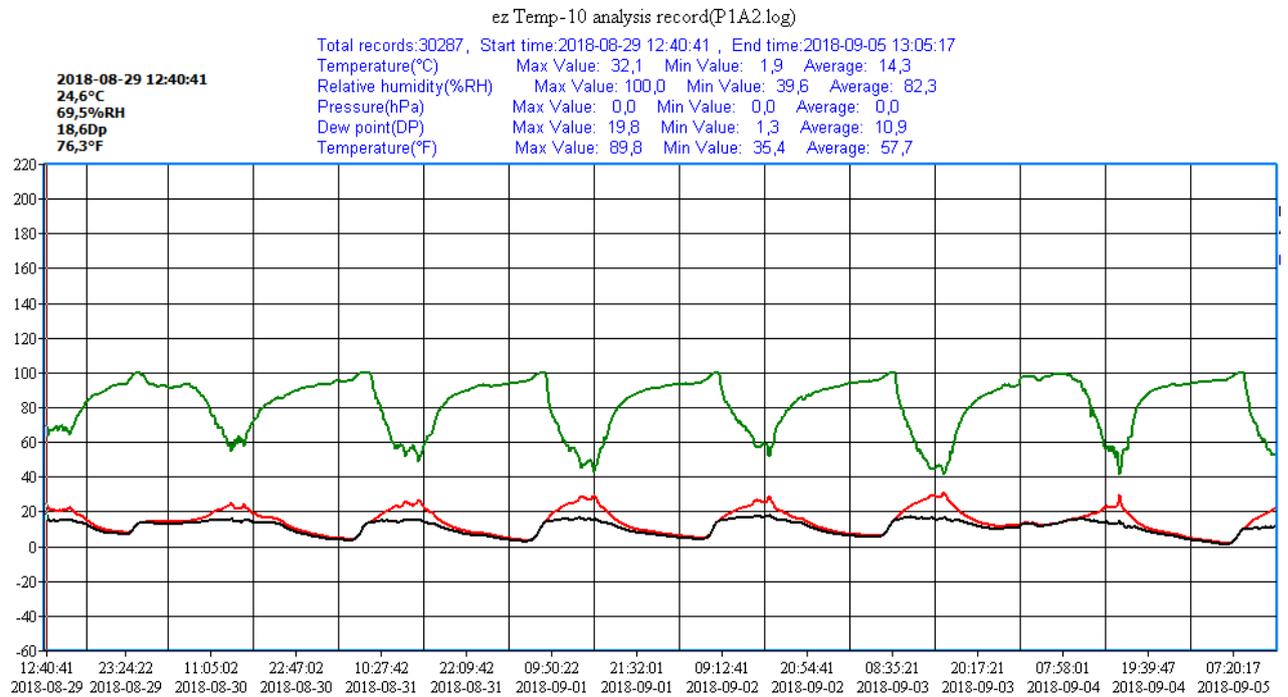


ez Temp-10 analysis record(P9A1.log)

Total records:30059, Start time:2018-10-24 12:08:21, End time:2018-10-31 11:15:54
 Temperature(°C) Max Value: 42,4 Min Value: 12,8 Average: 19,1
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 34,5 Average: 90,0
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 33,3 Min Value: 12,7 Average: 17,1
 Temperature(°F) Max Value: 108,3 Min Value: 55,0 Average: 66,3



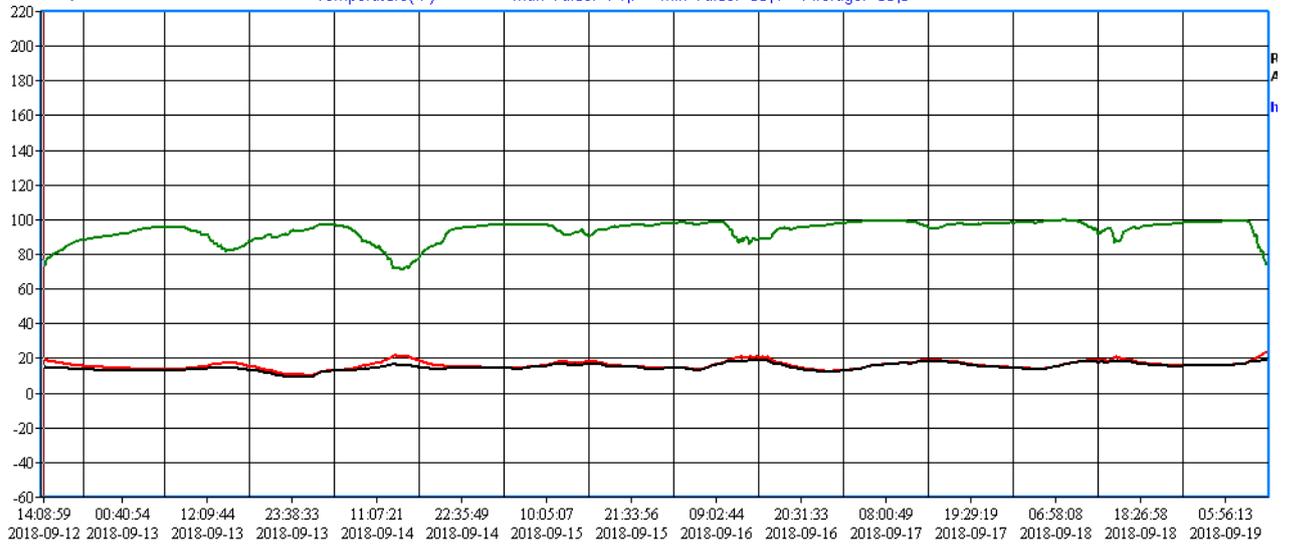
Área 2:



ez Temp-10 analysis record(P2A2-2.log)

Total records:29753, Start time:2018-09-12 14:08:59, End time:2018-09-19 11:34:56
 Temperature(°C) Max Value: 23,7 Min Value: 10,2 Average: 16,0
 Relative humidity(%RH) Max Value: 99,6 Min Value: 70,8 Average: 93,7
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 19,7 Min Value: 9,1 Average: 14,9
 Temperature(°F) Max Value: 74,7 Min Value: 50,4 Average: 60,8

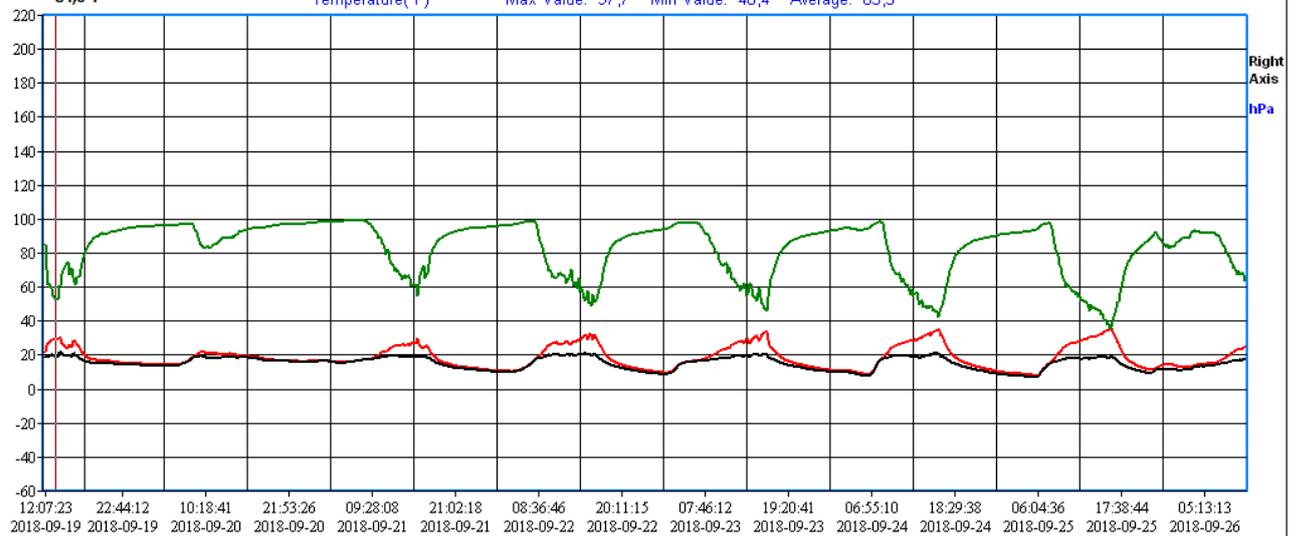
2018-09-12 14:08:59
 20,1°C
 76,7%RH
 15,9Dp
 68,2°F



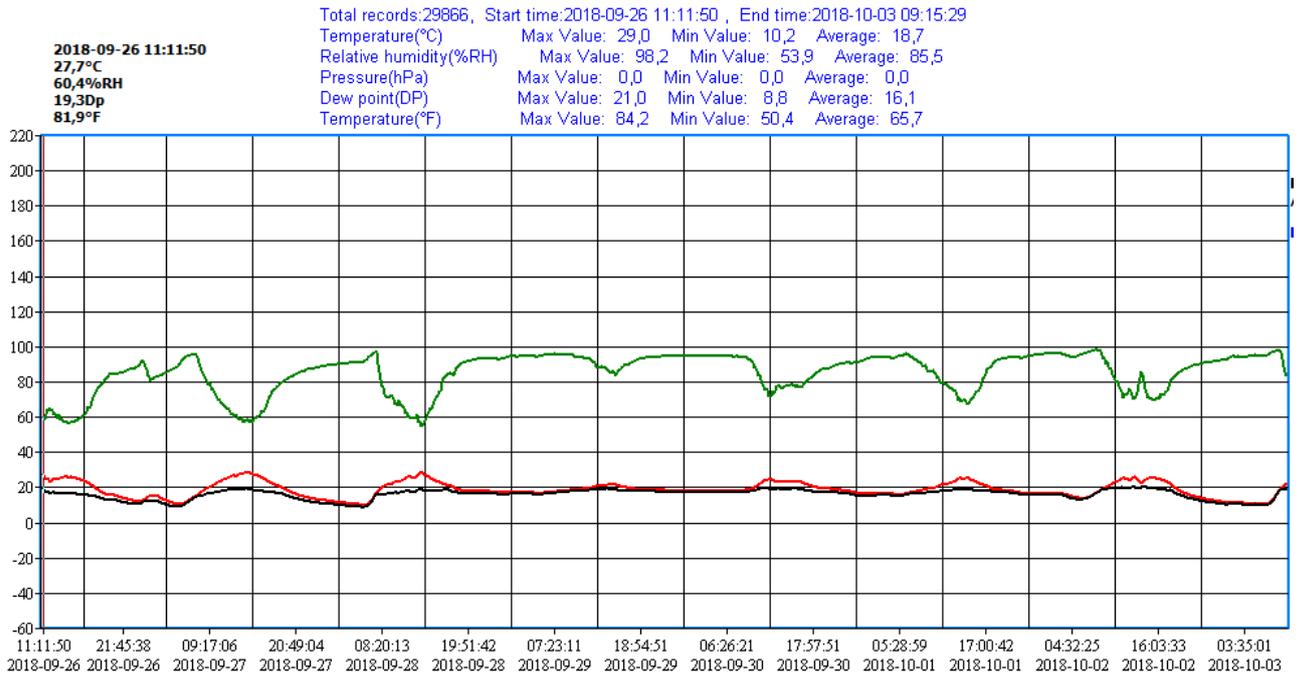
ez Temp-10 analysis record(P4A2.log)

Total records:29999, Start time:2018-09-19 12:07:23, End time:2018-09-26 10:55:23
 Temperature(°C) Max Value: 36,5 Min Value: 8,0 Average: 18,5
 Relative humidity(%RH) Max Value: 99,2 Min Value: 35,2 Average: 82,9
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 23,3 Min Value: 7,0 Average: 15,1
 Temperature(°F) Max Value: 97,7 Min Value: 46,4 Average: 65,3

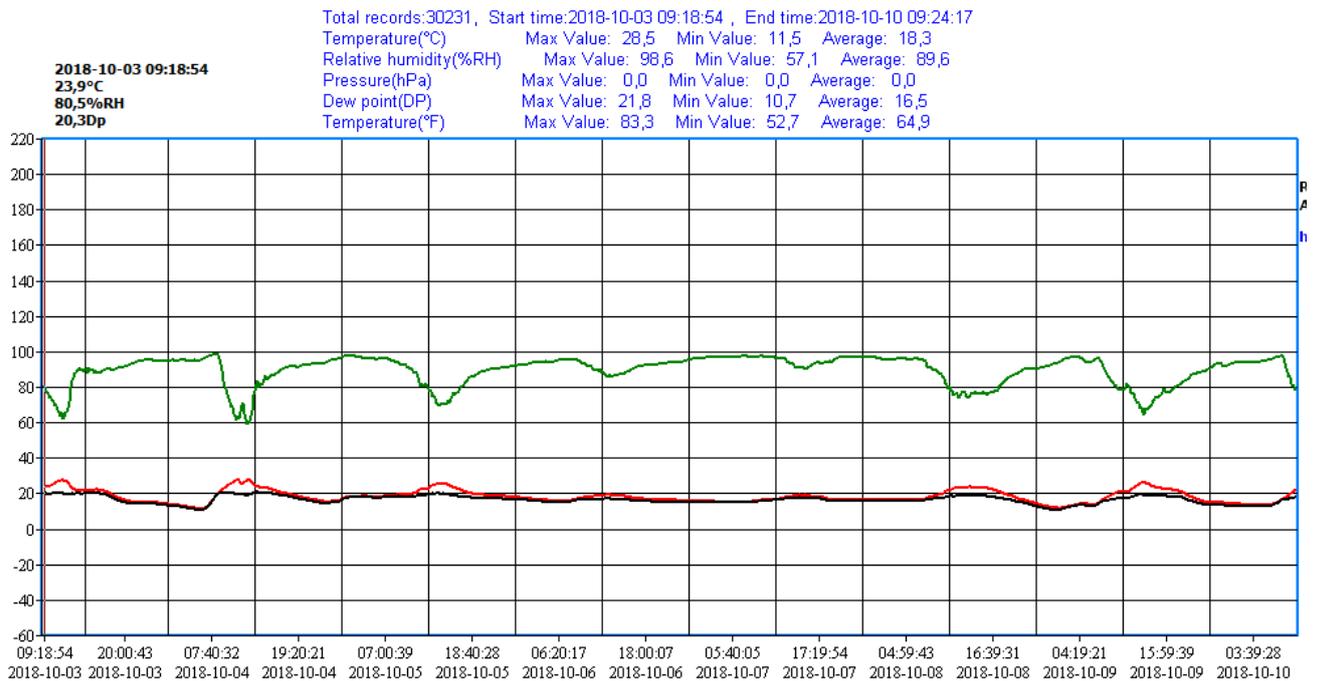
2018-09-19 13:31:23
 28,9°C
 52,7%RH
 18,3Dp
 84,0°F



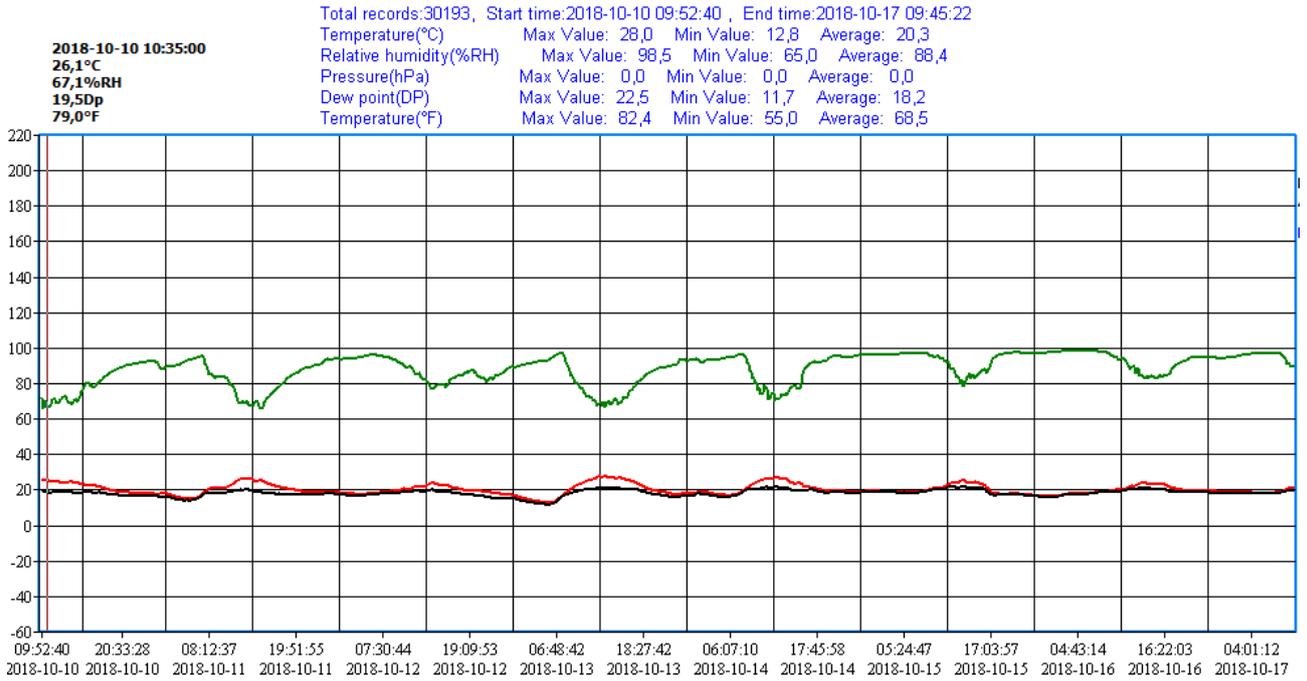
ez Temp-10 analysis record(P5A2.log)



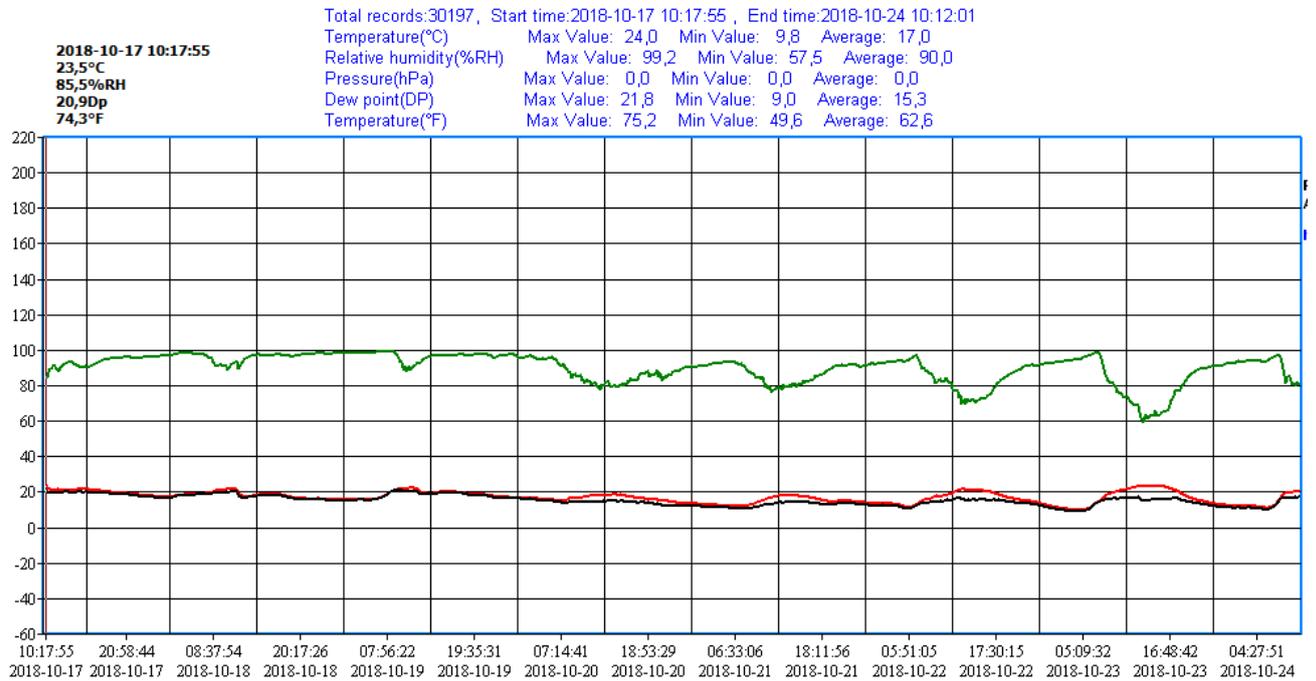
ez Temp-10 analysis record(P5A2-2.log)



ez Temp-10 analysis record(P7A2.log)

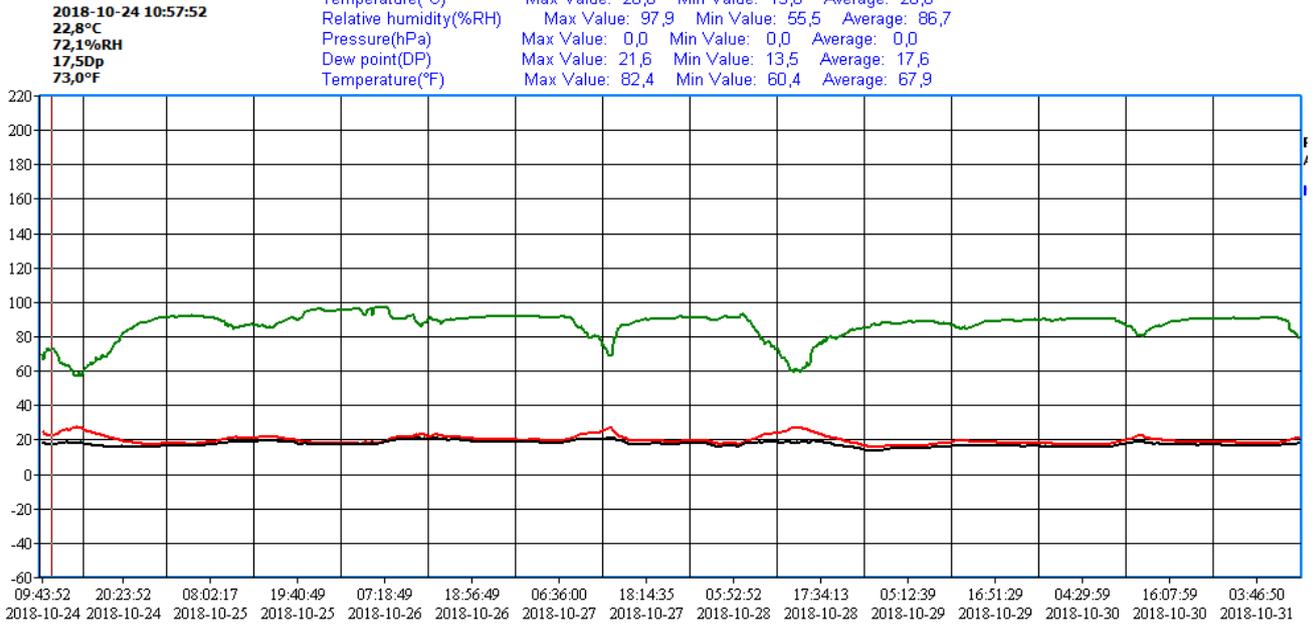


ez Temp-10 analysis record(P8A2.log)



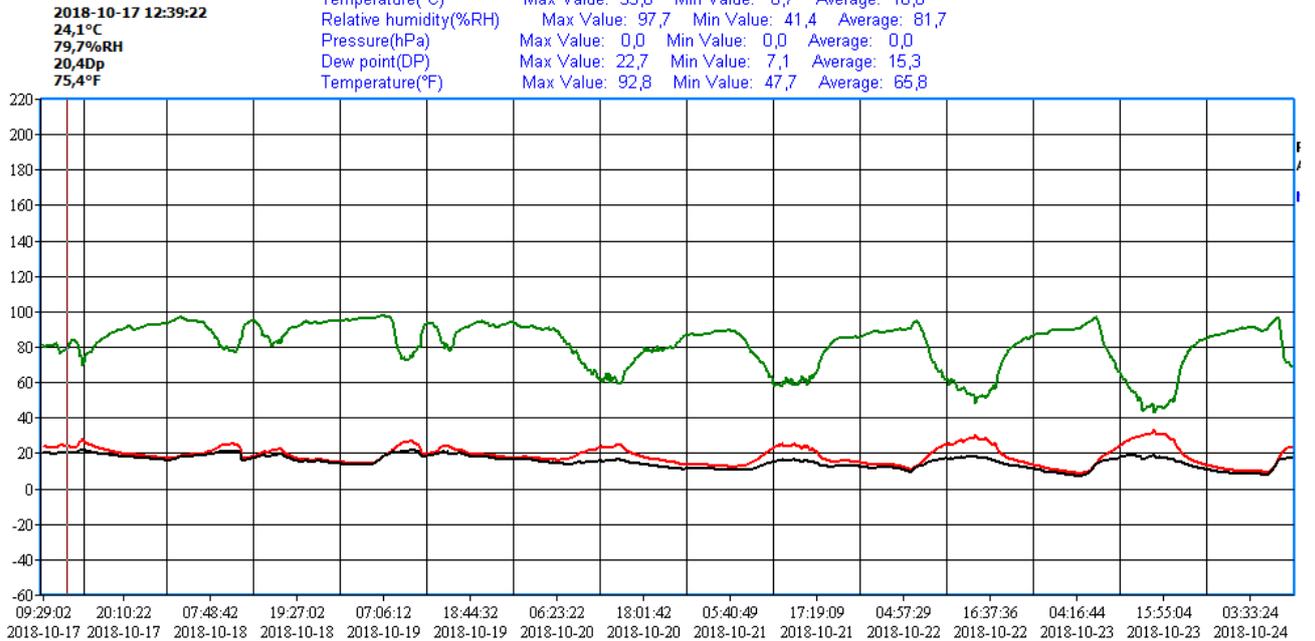
ez Temp-10 analysis record(P9A2.log)

Total records:30173, Start time:2018-10-24 09:43:52, End time:2018-10-31 09:30:30
 Temperature(°C) Max Value: 28,0 Min Value: 15,8 Average: 20,0
 Relative humidity(%RH) Max Value: 97,9 Min Value: 55,5 Average: 86,7
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 21,6 Min Value: 13,5 Average: 17,6
 Temperature(°F) Max Value: 82,4 Min Value: 60,4 Average: 67,9

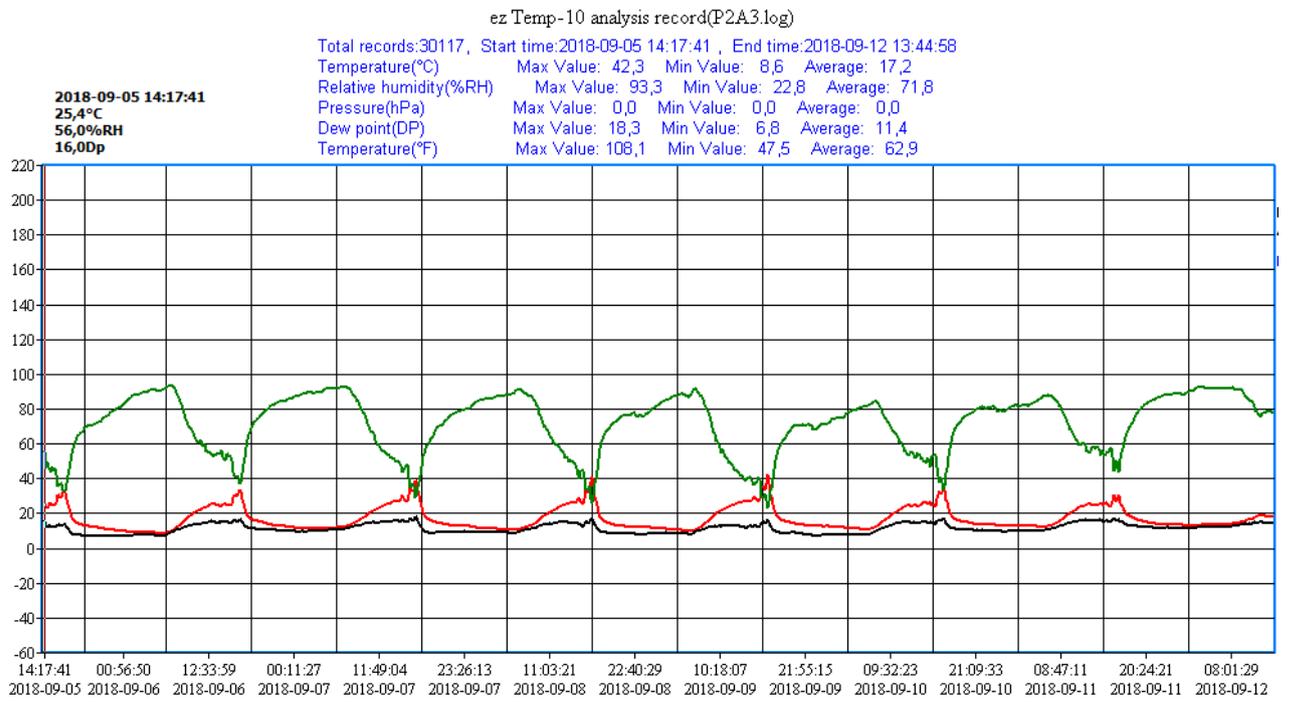
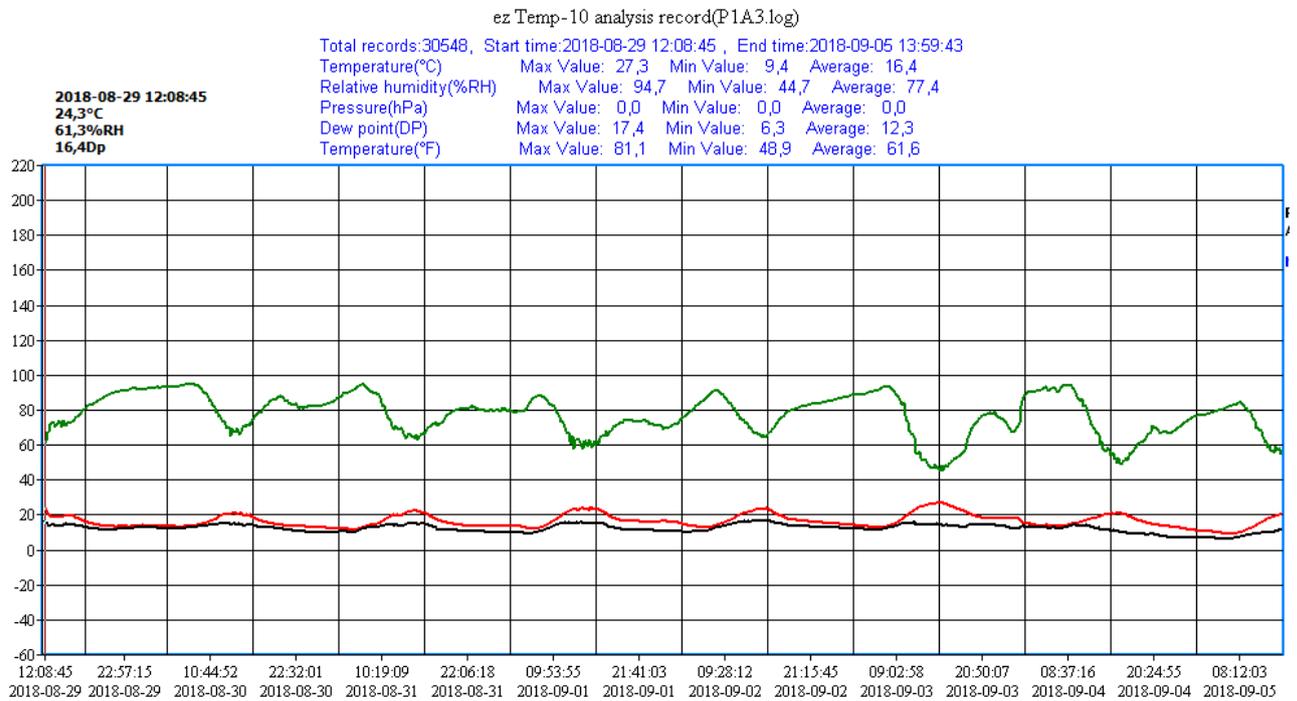


ez Temp-10 analysis record(P10A2.log)

Total records:30187, Start time:2018-10-17 09:29:02, End time:2018-10-24 09:17:49
 Temperature(°C) Max Value: 33,8 Min Value: 8,7 Average: 18,8
 Relative humidity(%RH) Max Value: 97,7 Min Value: 41,4 Average: 81,7
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 22,7 Min Value: 7,1 Average: 15,3
 Temperature(°F) Max Value: 92,8 Min Value: 47,7 Average: 65,8



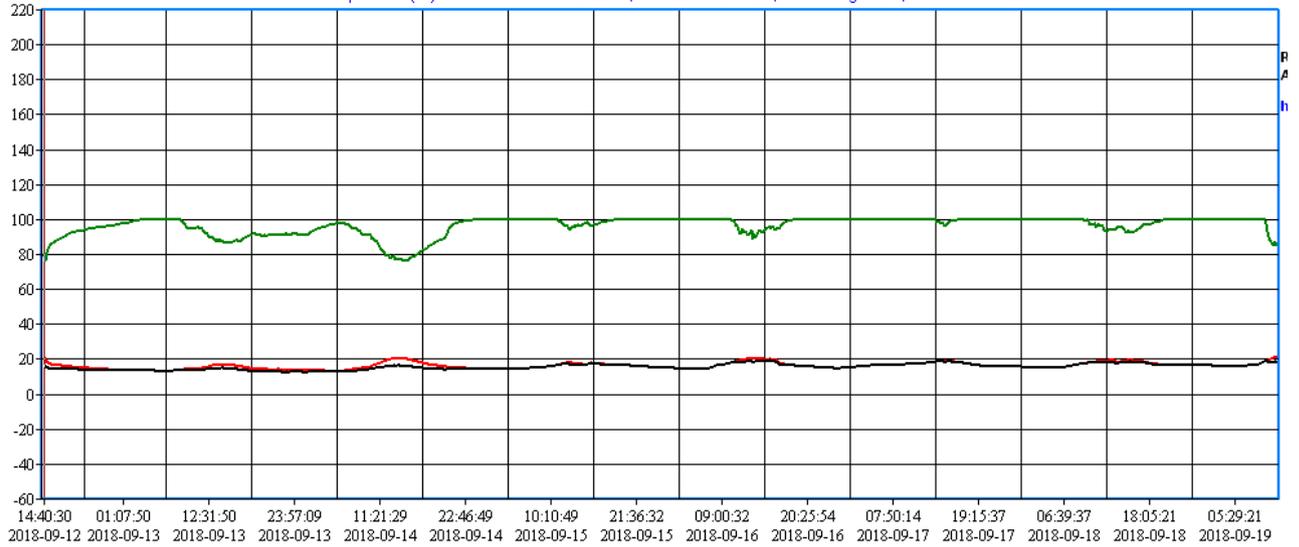
Área 3:



ez Temp-10 analysis record(P3A3.1log)

Total records:29573, Start time:2018-09-12 14:40:30, End time:2018-09-19 11:06:01
 Temperature(°C) Max Value: 21,3 Min Value: 13,2 Average: 16,2
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 74,7 Average: 96,5
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 19,8 Min Value: 12,4 Average: 15,6
 Temperature(°F) Max Value: 70,3 Min Value: 55,8 Average: 61,1

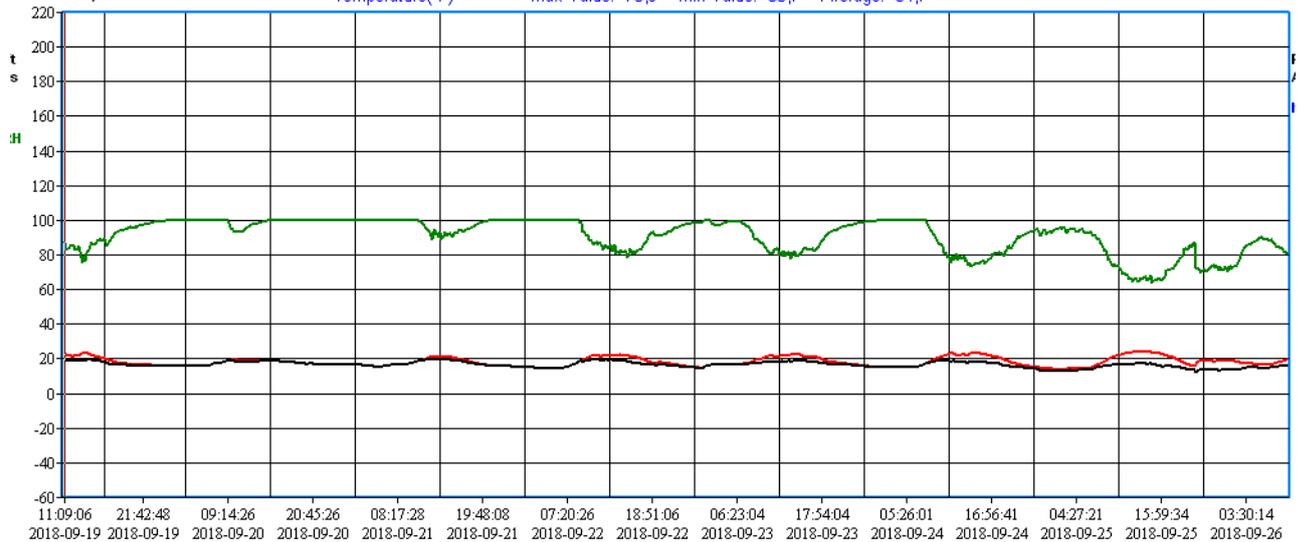
2018-09-12 14:40:30
 20,2°C
 79,0%RH
 16,4Dp



ez Temp-10 analysis record(P3A3-2.1log)

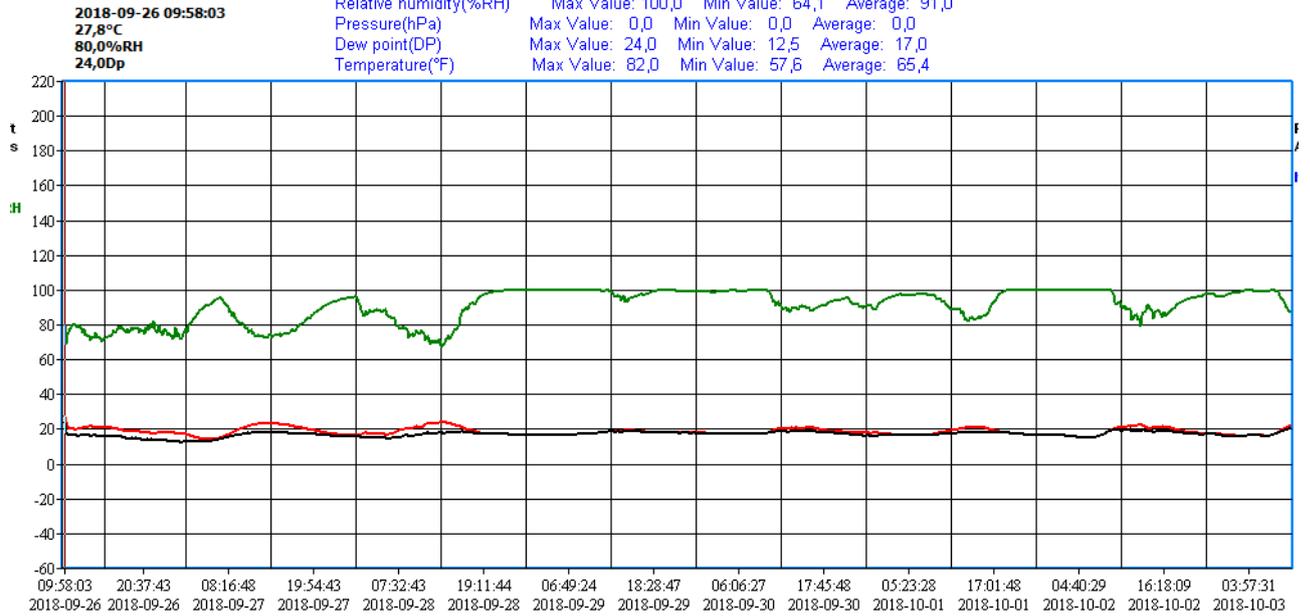
Total records:29861, Start time:2018-09-19 11:09:06, End time:2018-09-26 09:11:36
 Temperature(°C) Max Value: 24,4 Min Value: 13,7 Average: 18,1
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 62,7 Average: 91,1
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 21,0 Min Value: 11,9 Average: 16,6
 Temperature(°F) Max Value: 75,9 Min Value: 56,7 Average: 64,7

2018-09-19 11:09:06
 22,5°C
 87,0%RH
 20,2Dp
 72,5°F



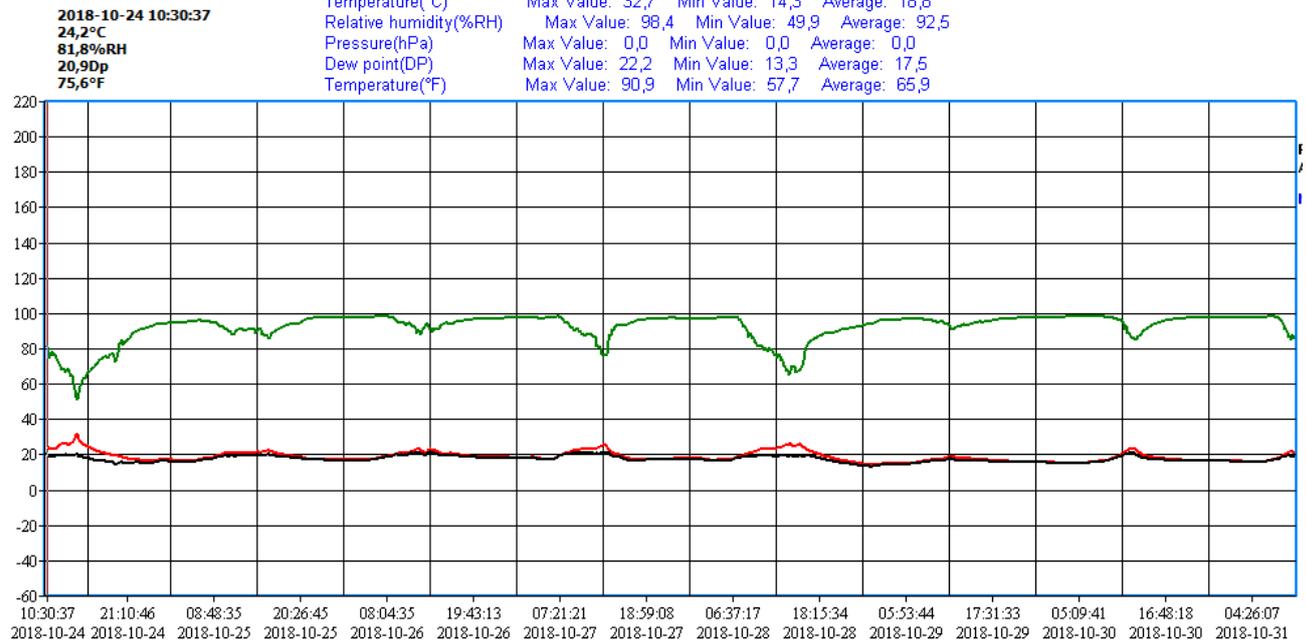
ez Temp-10 analysis record(P5A3.log)

Total records:30165, Start time:2018-09-26 09:58:03, End time:2018-10-03 09:40:51
 Temperature(°C) Max Value: 27,8 Min Value: 14,2 Average: 18,6
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 64,1 Average: 91,0
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 24,0 Min Value: 12,5 Average: 17,0
 Temperature(°F) Max Value: 82,0 Min Value: 57,6 Average: 65,4



ez Temp-10 analysis record(P6A3.log)

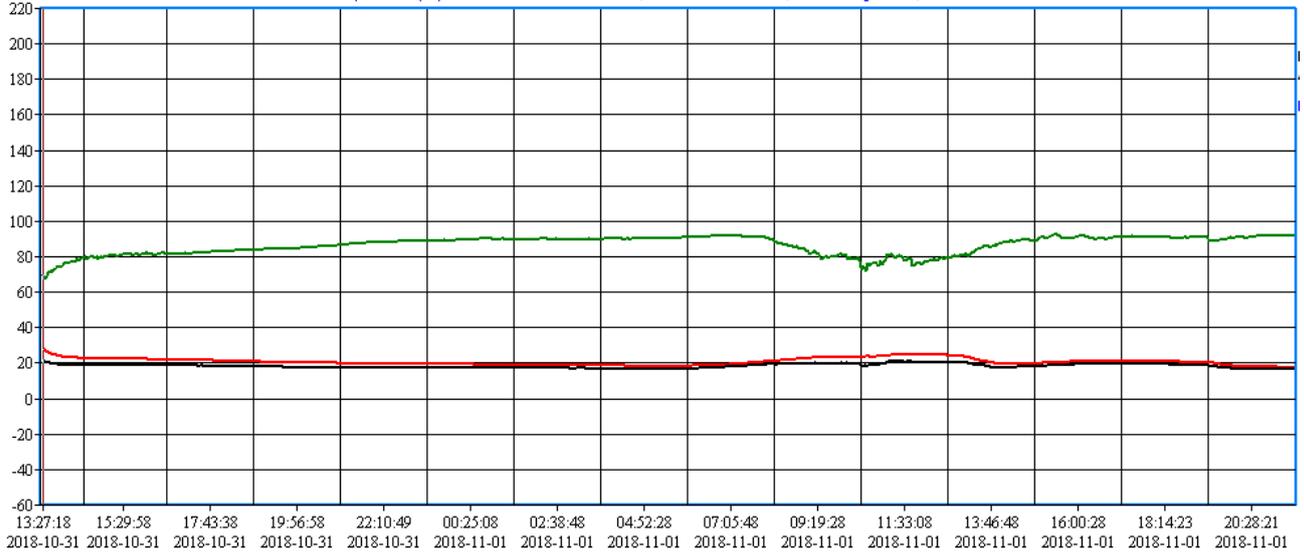
Total records:30153, Start time:2018-10-24 10:30:37, End time:2018-10-31 10:09:27
 Temperature(°C) Max Value: 32,7 Min Value: 14,3 Average: 18,8
 Relative humidity(%RH) Max Value: 98,4 Min Value: 49,9 Average: 92,5
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 22,2 Min Value: 13,3 Average: 17,5
 Temperature(°F) Max Value: 90,9 Min Value: 57,7 Average: 65,9



ez Temp-10 analysis record(P8A3.log)

Total records:5776, Start time:2018-10-31 13:27:18, End time:2018-11-01 21:34:01
 Temperature(°C) Max Value: 27,6 Min Value: 17,6 Average: 20,7
 Relative humidity(%RH) Max Value: 92,4 Min Value: 67,3 Average: 86,5
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 21,6 Min Value: 16,3 Average: 18,3
 Temperature(°F) Max Value: 81,7 Min Value: 63,7 Average: 69,2

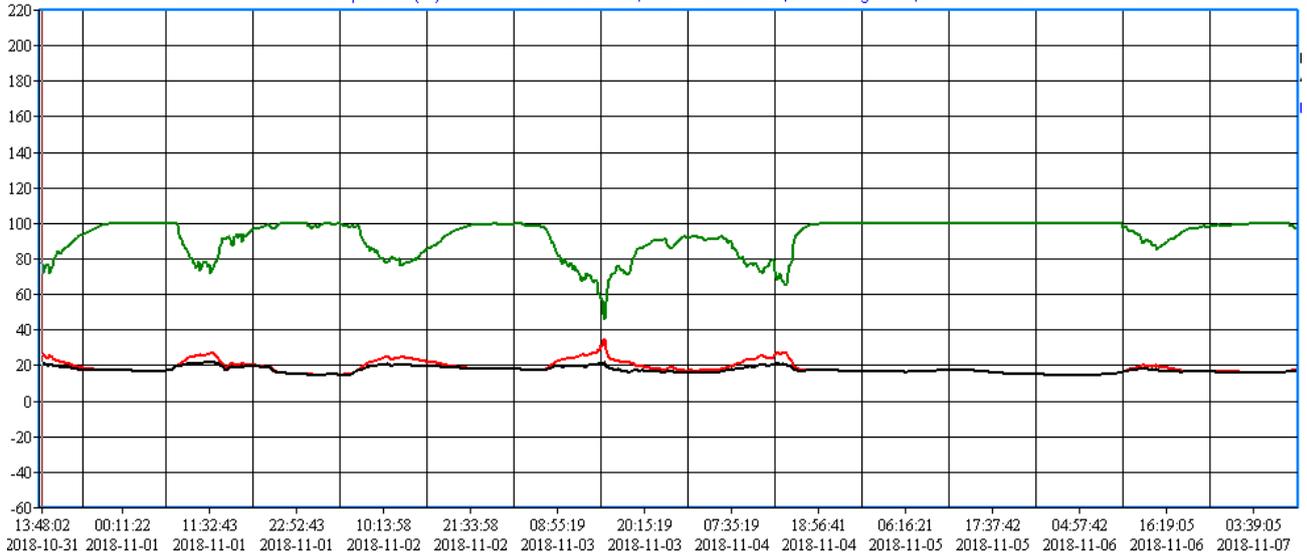
2018-10-31 13:27:18
 27,5°C
 69,7%RH
 21,5Dp



ez Temp-10 analysis record(P9A3.log)

Total records:29394, Start time:2018-10-31 13:48:02, End time:2018-11-07 09:13:45
 Temperature(°C) Max Value: 34,9 Min Value: 14,4 Average: 18,7
 Relative humidity(%RH) Max Value: 100,0 Min Value: 45,3 Average: 92,8
 Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
 Dew point(DP) Max Value: 23,0 Min Value: 14,3 Average: 17,4
 Temperature(°F) Max Value: 94,8 Min Value: 57,9 Average: 65,6

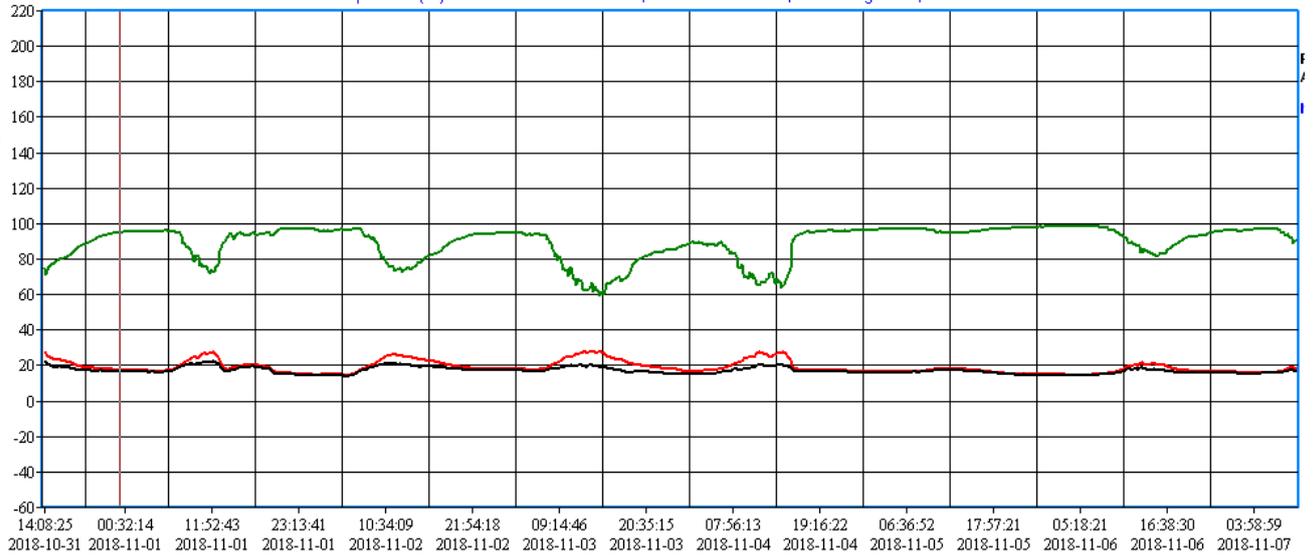
2018-10-31 13:48:02
 26,3°C
 77,6%RH
 22,1Dp



ez Temp-10 analysis record(P10A3.log)

Total records:29392, Start time:2018-10-31 14:08:25 , End time:2018-11-07 09:34:08
Temperature(°C) Max Value: 28,5 Min Value: 14,6 Average: 18,9
Relative humidity(%RH) Max Value: 98,3 Min Value: 58,8 Average: 89,4
Pressure(hPa) Max Value: 0,0 Min Value: 0,0 Average: 0,0
Dew point(DP) Max Value: 22,8 Min Value: 14,0 Average: 17,0
Temperature(°F) Max Value: 83,3 Min Value: 58,3 Average: 66,1

2018-10-31 23:56:14
17,6°C
95,0%RH
16,8Dp
63,7°F



8 ANEXO B

Compilação de dados das três áreas:

Area 1												
Ponto	Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Coordenadas		Altitude(m)	Velocidade do vento (m/s)	Direção
		Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	S	W			
P1A1	29/08/2018	27,9	7,4	16,9	98,9	42,1	74,3	20° 23.366'	43° 33.369'	1433	7,9	N->S
P1A1	05/09/2018	27,3	8,1	15,7	98,3	44,1	74,6	20° 23.366'	43° 33.369'	1433	4,9	L->O
P3A1	12/09/2018	33,1	12,6	17,6	99,3	44,5	86,9	20° 23.431'	43° 32.815'	1333	0,8	L->O
P4A1	19/09/2018	28,2	10,1	18	98,3	51,5	85,2	20° 23.029'	43° 33.550'	1215	0	-
P4A1	26/09/2018	28,4	11,1	19,5	95,8	58,2	84	20° 23.029'	43° 33.550'	1215	0	-
P6A1	03/10/2018	32	14,5	19,7	100	52,3	87,9	20° 23.279'	43° 33.008'	1240	0	-
P7A1	10/10/2018	31,2	15,2	21,2	100	56,7	86	20° 23.345'	43° 32.840'	1268	0,7	N->S
P7A1	17/10/2018	29,5	11,4	19,2	99,9	45,5	83,5	20° 23.345'	43° 32.840'	1268	0,3	L->O
P9A1	24/10/2018	42,4	12,8	19,1	100	34,5	90	20° 23.366'	43° 33.369'	1433	3,2	L->O

Area 2												
Ponto	Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Coordenadas		Altitude(m)	Vento	
		Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	S	W		Velocidade (m/s)	Direção
P1A2	29/08/2018	31,1	1,9	14,3	100	39,6	82,3	20° 23.283'	43° 32.560'	1173	0	-
P2A2	05/09/2018	27	1,1	12,2	100	42,8	84,3	20° 23.065'	43° 33.127'	1192	0	-
P2A2	12/09/2018	23,7	10,2	16	99,6	70,8	93,7	20° 23.065'	43° 33.127'	1192	0	-
P4A2	19/09/2018	36,5	8	18,5	99,2	35,2	82,9	20° 23.106'	43° 32.411'	1162	0	-
P5A2	26/09/2018	29	10,2	18,7	98,2	53,9	85,5	20° 23.167'	43° 32.470'	1169	0	-
P5A2	03/10/2018	28,5	11,5	18,3	98,6	57,1	89,6	20° 23.167'	43° 32.470'	1169	0	-
P7A2	10/10/2018	28	12,8	20,3	98,5	65	88,4	20° 23.102'	43° 32.723'	1159	0	-
P8A2	17/10/2018	24	9,8	17	99,2	57,5	90	20° 22.948'	43° 33.217'	1133	0	-
P10A2	17/10/2018	33,8	8,7	18,8	97,7	41,4	81,7	20° 23.167'	43° 32.501'	1110	0	-
P9A2	24/10/2018	28	15,8	20	97,9	55,5	86,7	20° 23.372'	43° 32.530'	1124	0	-

Area 3												
Ponto	Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Coordenadas		Altitude(m)	Vento	
		Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	S	W		Velocidade (m/s)	Direção
P1A3	29/08/2018	27,3	9,4	16,4	94,7	44,7	77,4	20° 22.728'	43° 32.471'	1302	0	-
P2A3	05/09/2018	42,3	8,6	17,2	93,3	22,8	71,8	20° 22.975'	43° 32.124'	1304	0	-
P3A3	12/09/2018	21,3	13,2	16,2	100	74,7	96,5	20° 22.520'	43° 32.750'	1252	0	-
P3A3	19/09/2018	24,4	13,7	18,1	100	62,7	91,1	20° 22.520'	43° 32.750'	1252	0	-
P5A3	26/09/2018	27,8	14,2	18,6	100	64,1	91	20° 22.161'	43° 33.622'	1284	0	-
P6A3	24/10/2018	32,7	11,5	18,3	98,6	57,1	89,6	20° 23.056'	43° 32.728'	1218	0	-
P8A3	31/10/2018	27,6	17,6	20,7	92,4	67,3	86,5	20° 22.665'	43° 33.318'	1283	0	-
P9A3	31/10/2018	34,9	14,4	18,7	100	45,3	92,8	20° 22.571'	43° 32.477'	1301	0	-
P10A3	31/10/2018	28,5	14,6	18,9	98,3	58,8	89,4	20° 22.886'	43° 32.229'	1286	0	-

9 ANEXO C

Pluviosidade em Ouro Preto – MG de agosto a novembro:

Pluviosidade							
Data	Precupitação (mm)	Data	Precupitação (mm)	Data	Precupitação (mm)	Data	Precupitação (mm)
02/ago	0,24	01/set	0,00	01/out	0,00	01/nov	31,58
03/ago	0,00	02/set	0,00	02/out	0,00	02/nov	0,00
04/ago	0,24	03/set	0,00	03/out	0,00	03/nov	0,00
05/ago	0,00	04/set	4,32	04/out	0,00	04/nov	30,12
06/ago	0,00	05/set	0,24	05/out	0,00	05/nov	0,24
07/ago	0,00	06/set	0,00	06/out	0,00	06/nov	0,00
08/ago	0,00	07/set	0,00	07/out	0,00	07/nov	0,00
09/ago	0,00	08/set	0,00	08/out	0,00	08/nov	4,32
10/ago	0,00	09/set	0,00	09/out	0,00	09/nov	16,80
11/ago	0,00	10/set	0,00	10/out	0,00	10/nov	4,56
12/ago	0,00	11/set	0,00	11/out	0,00	11/nov	0,00
13/ago	0,00	12/set	0,00	12/out	0,00	12/nov	0,00
14/ago	0,00	13/set	0,24	13/out	0,00	13/nov	0,00
15/ago	0,00	14/set	3,12	14/out	0,00	14/nov	0,00
16/ago	0,00	15/set	1,44	15/out	0,00	15/nov	0,00
17/ago	0,00	16/set	1,44	16/out	0,00	16/nov	5,78
18/ago	0,00	17/set	0,48	17/out	0,00	17/nov	13,01
19/ago	0,00	18/set	0,48	18/out	0,00	18/nov	0,00
20/ago	0,00	19/set	1,20	19/out	0,00	19/nov	11,30
21/ago	0,00	20/set	0,00	20/out	0,00	20/nov	26,16
22/ago	0,00	21/set	0,24	21/out	0,00	21/nov	9,84
23/ago	0,00	22/set	0,24	22/out	0,00		
24/ago	0,00	23/set	0,24	23/out	11,82		
25/ago	0,00	24/set	0,00	24/out	0,48		
26/ago	0,00	25/set	0,00	25/out	11,79		
27/ago	0,00	26/set	0,00	26/out	0,00		
28/ago	0,00	27/set	0,00	27/out	6,74		
29/ago	0,00	28/set	0,00	28/out	0,00		
30/ago	0,00	29/set	0,00	29/out	1,20		
31/ago	0,00	30/set	0,00	30/out	1,20		
				31/out	0,00		

Fonte: SILVA, 2018.

10 ANEXO D

Fator de risco de incêndio (FMA)

Área 1:

Data	Ponto	Um. Rel 13h (%)	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/U.rel	FMA	Grau de perigo
29/08/2018	P1A1	66,9	0,00	0	1,495	1,495	Pequeno
30/08/2018	P1A1	67,2	0,00	0	1,488	2,983	Pequeno
31/08/2018	P1A1	53,7	0,00	0	1,862	4,845	Médio
01/09/2018	P1A1	52,3	0,00	0	1,912	6,757	Médio
02/09/2018	P1A1	68,4	0,00	0	1,462	8,219	Alto
03/09/2018	P1A1	46,2	0,00	0	2,165	10,384	Alto
04/09/2018	P1A1	56,2	4,32	30	1,779	9,048	Alto
05/09/2018	P1A1	48	0,24	0	2,083	11,131	Alto
06/09/2018	P1A1	60,4	0,00	0	1,656	12,787	Alto
07/09/2018	P1A1	56,3	0,00	0	1,776	14,563	Alto
08/09/2018	P1A1	62,7	0,00	0	1,595	16,158	Alto
09/09/2018	P1A1	47,8	0,00	0	2,092	18,250	Alto
10/09/2018	P1A1	58,7	0,00	0	1,704	19,954	Alto
11/09/2018	P1A1	61,1	0,00	0	1,637	21,590	Muito Alto
12/09/2018	P3A1	74,4	0,00	0	1,344	22,934	Muito Alto
13/09/2018	P3A1	75,4	0,24	0	1,326	24,261	Muito Alto
14/09/2018	P3A1	59,8	3,12	30	1,672	18,655	Alto
15/09/2018	P3A1	78,9	1,44	0	1,267	19,922	Alto
16/09/2018	P3A1	71,9	1,44	0	1,391	21,313	Muito Alto
17/09/2018	P3A1	79	0,48	0	1,266	22,579	Muito Alto
18/09/2018	P3A1	66,9	0,48	0	1,495	24,073	Muito Alto
19/09/2018	P3A1	47,6	1,20	0	2,101	26,174	Muito Alto
20/09/2018	P4A1	90,3	0,00	0	1,107	27,282	Muito Alto
21/09/2018	P4A1	78,7	0,24	0	1,271	28,552	Muito Alto
22/09/2018	P4A1	72,7	0,24	0	1,376	29,928	Muito Alto
23/09/2018	P4A1	68,2	0,24	0	1,466	31,394	Muito Alto
24/09/2018	P4A1	63,6	0,00	0	1,572	32,967	Muito Alto
25/09/2018	P4A1	55,2	0,00	0	1,812	34,778	Muito Alto
26/09/2018	P4A1	61,4	0,00	0	1,629	36,407	Muito Alto
27/09/2018	P4A1	59,8	0,00	0	1,672	38,079	Muito Alto
28/09/2018	P4A1	59	0,00	0	1,695	39,774	Muito Alto
29/09/2018	P4A1	88,5	0,00	0	1,130	40,904	Muito Alto
30/09/2018	P4A1	77,2	0,00	0	1,295	42,199	Muito Alto
01/10/2018			0,00	0	1,295	43,494	Muito Alto
02/10/2018			0,00	0	1,295	44,789	Muito Alto
03/10/2018	P6A1	90,7	0,00	0	1,103	45,892	Muito Alto
04/10/2018	P6A1	62,8	0,00	0	1,592	47,484	Muito Alto
05/10/2018	P6A1	71,8	0,00	0	1,393	48,877	Muito Alto
06/10/2018	P6A1	78,9	0,00	0	1,267	50,144	Muito Alto
07/10/2018	P6A1	86,7	0,00	0	1,153	51,298	Muito Alto
08/10/2018	P6A1	65,9	0,00	0	1,517	52,815	Muito Alto
09/10/2018	P6A1	56,7	0,00	0	1,764	54,579	Muito Alto
10/10/2018	P7A1	66,3	0,00	0	1,508	56,087	Muito Alto
11/10/2018	P7A1	61,1	0,00	0	1,637	57,724	Muito Alto
12/10/2018	P7A1	77,8	0,00	0	1,285	59,009	Muito Alto
13/10/2018	P7A1	63,6	0,00	0	1,572	60,581	Muito Alto
14/10/2018	P7A1	67	0,00	0	1,493	62,074	Muito Alto
15/10/2018	P7A1	68,4	0,00	0	1,462	63,536	Muito Alto
16/10/2018	P7A1	75,7	0,00	0	1,321	64,857	Muito Alto
17/10/2018	P7A1	88,7	0,00	0	1,127	65,984	Muito Alto
18/10/2018	P7A1	96	0,00	0	1,042	67,026	Muito Alto
19/10/2018	P7A1	96,7	0,00	0	1,034	68,060	Muito Alto
20/10/2018	P7A1	65,6	0,00	0	1,524	69,585	Muito Alto
21/10/2018	P7A1	64,7	0,00	0	1,546	71,130	Muito Alto
22/10/2018	P7A1	58,6	0,00	0	1,706	72,837	Muito Alto
23/10/2018	P7A1	52,3	11,82	80	1,912	16,479	Alto
24/10/2018	P9A1	60,9	0,48	0	1,642	18,121	Alto
25/10/2018	P9A1	81	11,79	80	1,235	4,859	Médio
26/10/2018	P9A1	91,7	0,00	0	1,091	5,949	Médio
27/10/2018	P9A1	61	6,74	60	1,639	4,019	Médio
28/10/2018	P9A1	57,4	0,00	0	1,742	5,761	Médio
29/10/2018	P9A1	83,5	1,20	0	1,198	6,959	Médio
30/10/2018	P9A1	82,2	1,20	0	1,217	8,175	Alto

Área 2:

Data	Ponto	Um. Rel 13h (%)	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/U.rel	FMA	Grau de perigo
29/08/2018	P1A2	67,5	0,00	0	1,481	1,481	Pequeno
30/08/2018	P1A2	65,4	0,00	0	1,529	3,011	Pequeno
31/08/2018	P1A2	59,1	0,00	0	1,692	4,703	Médio
01/09/2018	P1A2	56,2	0,00	0	1,779	6,482	Médio
02/09/2018	P1A2	65,9	0,00	0	1,517	7,999	Médio
03/09/2018	P1A2	51,8	0,00	0	1,931	9,930	Alto
04/09/2018	P1A2	67,2	4,32	30	1,488	8,439	Alto
05/09/2018	P1A2	52,8	0,24	0	1,894	10,333	Alto
06/09/2018	P2A2	70,4	0,00	0	1,420	11,753	Alto
07/09/2018	P2A2	66,2	0,00	0	1,511	13,264	Alto
08/09/2018	P2A2	67,9	0,00	0	1,473	14,737	Alto
09/09/2018	P2A2	53,4	0,00	0	1,873	16,609	Alto
10/09/2018	P2A2	68,1	0,00	0	1,468	18,078	Alto
11/09/2018	P2A2	72	0,00	0	1,389	19,467	Alto
12/09/2018	P2A2	84,4	0,00	0	1,185	20,652	Muito Alto
13/09/2018	P2A2	87,5	0,24	0	1,143	21,794	Muito Alto
14/09/2018	P2A2	77,3	3,12	30	1,294	16,550	Alto
15/09/2018	P2A2	91,3	1,44	0	1,095	17,645	Alto
16/09/2018	P2A2	89,8	1,44	0	1,114	18,759	Alto
17/09/2018	P2A2	96,8	0,48	0	1,033	19,792	Alto
18/09/2018	P2A2	92	0,48	0	1,087	20,879	Muito Alto
19/09/2018	P4A2	54,5	1,20	0	1,835	22,714	Muito Alto
20/09/2018	P4A2	89	0,00	0	1,124	23,837	Muito Alto
21/09/2018	P4A2	67,1	0,24	0	1,490	25,327	Muito Alto
22/09/2018	P4A2	67,5	0,24	0	1,481	26,809	Muito Alto
23/09/2018	P4A2	60,3	0,24	0	1,658	28,467	Muito Alto
24/09/2018	P4A2	55,6	0,00	0	1,799	30,266	Muito Alto
25/09/2018	P4A2	50,4	0,00	0	1,984	32,250	Muito Alto
26/09/2018	P5A2	59,3	0,00	0	1,686	33,936	Muito Alto
27/09/2018	P5A2	60,6	0,00	0	1,650	35,586	Muito Alto
28/09/2018	P5A2	59,7	0,00	0	1,675	37,262	Muito Alto
29/09/2018	P5A2	89	0,00	0	1,124	38,385	Muito Alto
30/09/2018	P5A2	76,4	0,00	0	1,309	39,694	Muito Alto
01/10/2018	P5A2	74,7	0,00	0	1,339	41,033	Muito Alto
02/10/2018	P5A2	68,7	0,00	0	1,456	42,488	Muito Alto
03/10/2018	P5A2	84,5	0,00	0	1,183	43,672	Muito Alto
04/10/2018	P5A2	63,2	0,00	0	1,582	45,254	Muito Alto
05/10/2018	P5A2	78	0,00	0	1,282	46,536	Muito Alto
06/10/2018	P5A2	86,2	0,00	0	1,160	47,696	Muito Alto
07/10/2018	P5A2	94,9	0,00	0	1,054	48,750	Muito Alto
08/10/2018	P5A2	75,7	0,00	0	1,321	50,071	Muito Alto
09/10/2018	P5A2	64	0,00	0	1,563	51,633	Muito Alto
10/10/2018	P7A2	73,6	0,00	0	1,359	52,992	Muito Alto
11/10/2018	P7A2	70,2	0,00	0	1,425	54,417	Muito Alto
12/10/2018	P7A2	82,7	0,00	0	1,209	55,626	Muito Alto
13/10/2018	P7A2	67,9	0,00	0	1,473	57,099	Muito Alto
14/10/2018	P7A2	75	0,00	0	1,333	58,432	Muito Alto
15/10/2018	P7A2	81,5	0,00	0	1,227	59,659	Muito Alto
16/10/2018	P7A2	85,5	0,00	0	1,170	60,828	Muito Alto
17/10/2018	P8A2	93,1	0,00	0	1,074	61,903	Muito Alto
18/10/2018	P8A2	95,7	0,00	0	1,045	62,947	Muito Alto
19/10/2018	P8A2	95,6	0,00	0	1,046	63,994	Muito Alto
20/10/2018	P8A2	80,9	0,00	0	1,236	65,230	Muito Alto
21/10/2018	P8A2	79,8	0,00	0	1,253	66,483	Muito Alto
22/10/2018	P8A2	72,1	0,00	0	1,387	67,870	Muito Alto
23/10/2018	P8A2	60,9	11,82	80	1,642	15,216	Alto
24/10/2018	P9A2	62,9	0,48	0	1,590	16,806	Alto
25/10/2018	P9A2	86,9	11,79	80	1,151	4,512	Médio
26/10/2018	P9A2	89,7	0,00	0	1,115	5,627	Médio
27/10/2018	P9A2	73,2	6,74	60	1,366	3,617	Médio
28/10/2018	P9A2	67,1	0,00	0	1,490	5,107	Médio
29/10/2018	P9A2	84,4	1,20	0	1,185	6,292	Médio
30/10/2018	P9A2	82,6	1,20	0	1,211	7,503	Médio

Data	Ponto	Um. Rel 13h (%)	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/U.rel	FMA	Grau de perigo
17/10/2018	P10A2	82,8	0,00	0	1,208	62,036	Muito Alto
18/10/2018	P10A2	94,2	0,00	0	1,062	63,098	Muito Alto
19/10/2018	P10A2	93,4	0,00	0	1,071	64,168	Muito Alto
20/10/2018	P10A2	62,1	0,00	0	1,610	65,779	Muito Alto
21/10/2018	P10A2	59,5	0,00	0	1,681	67,459	Muito Alto
22/10/2018	P10A2	56	0,00	0	1,786	69,245	Muito Alto
23/10/2018	P10A2	50	11,82	80	2,000	15,849	Muito Alto

Área 3:

Ponto	Um. Rel 13h (%)	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/U.rel	FMA	Grau de perigo
P1A3	73,9	0,00	0	1,353	1,353	Pequeno
P1A3	71,1	0,00	0	1,406	2,760	Pequeno
P1A3	69,3	0,00	0	1,443	4,203	Médio
P1A3	64,7	0,00	0	1,546	5,748	Médio
P1A3	69,1	0,00	0	1,447	7,195	Médio
P1A3	51,5	0,00	0	1,942	9,137	Alto
P1A3	62,4	4,32	30	1,603	7,999	Alto
P1A3	54,2	0,24	0	1,845	9,844	Alto
P2A3	52,9	0,00	0	1,890	11,734	Alto
P2A3	53,5	0,00	0	1,869	13,603	Alto
P2A3	53,4	0,00	0	1,873	15,476	Alto
P2A3	42,4	0,00	0	2,358	17,834	Alto
P2A3	51,2	0,00	0	1,953	19,787	Alto
P2A3	58,6	0,00	0	1,706	21,494	Muito Alto
P2A3	78,1	0,00	0	1,280	22,774	Muito Alto
P3A3	89,2	0,24	0	1,121	23,895	Muito Alto
P3A3	78	3,12	30	1,282	18,009	Alto
P3A3	95,4	1,44	0	1,048	19,057	Alto
P3A3	94,2	1,44	0	1,062	20,119	Muito Alto
P3A3	100	0,48	0	1,000	21,119	Muito Alto
P3A3	94,4	0,48	0	1,059	22,178	Muito Alto
P3A3	85	1,20	0	1,176	23,354	Muito Alto
P3A3	97,9	0,00	0	1,021	24,376	Muito Alto
P3A3	88,9	0,24	0	1,125	25,501	Muito Alto
P3A3	83,3	0,24	0	1,200	26,701	Muito Alto
P3A3	79,3	0,24	0	1,261	27,962	Muito Alto
P3A3	77,9	0,00	0	1,284	29,246	Muito Alto
P3A3	65,9	0,00	0	1,517	30,763	Muito Alto
P5A3	74,1	0,00	0	1,350	32,113	Muito Alto
P5A3	72,8	0,00	0	1,374	33,487	Muito Alto
P5A3	69,5	0,00	0	1,439	34,925	Muito Alto
P5A3	97,9	0,00	0	1,021	35,947	Muito Alto
P5A3	88,7	0,00	0	1,127	37,074	Muito Alto
P5A3	85,9	0,00	0	1,164	38,238	Muito Alto
P5A3	83	0,00	0	1,205	39,443	Muito Alto
		0,00	0	1,410	40,853	Muito Alto
		0,00	0	1,410	42,263	Muito Alto
		0,00	0	1,410	43,673	Muito Alto
		0,00	0	1,410	45,083	Muito Alto
		0,00	0	1,410	46,493	Muito Alto
		0,00	0	1,410	47,903	Muito Alto
		0,00	0	1,410	49,313	Muito Alto
		0,00	0	1,410	50,723	Muito Alto
		0,00	0	1,410	52,133	Muito Alto
		0,00	0	1,410	53,543	Muito Alto
		0,00	0	1,410	54,953	Muito Alto
		0,00	0	1,410	56,363	Muito Alto
		0,00	0	1,410	57,773	Muito Alto
		0,00	0	1,410	59,183	Muito Alto
		0,00	0	1,410	60,593	Muito Alto
		0,00	0	1,410	62,003	Muito Alto
		0,00	0	1,410	63,413	Muito Alto
		0,00	0	1,410	64,823	Muito Alto
		0,00	0	1,410	66,233	Muito Alto
		0,00	0	1,410	67,643	Muito Alto
		11,82	80	1,410	14,939	Alto
P6A3	67,4	0,48	0	1,484	16,422	Alto
P6A3	90,2	11,79	80	1,109	4,393	Médio
P6A3	91,8	0,00	0	1,089	5,482	Médio
P6A3	77,7	6,74	60	1,287	3,480	Médio
P6A3	76,4	0,00	0	1,309	4,789	Médio
P6A3	92,8	1,20	0	1,078	5,866	Médio
P6A3	86,7	1,20	0	1,153	7,020	Médio
P9A3	77,6	0,00	0	1,289	8,309	Alto
P9A3	85,7	31,58	100	1,167	0	Nulo
P9A3	77,4	0,00	0	1,292	1,292	Pequeno
P9A3	70,7	0,00	0	1,414	2,706	Pequeno
P9A3	79,5	30,12	100	1,258	0	Nulo
P9A3	100	0,24	0	1,000	1,000	Nulo
P9A3	92,4	0,00	0	1,082	2,082	Pequeno

Data	Ponto	Um.Rel as 13 h (%)	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/Um.rel	FMA	Grau de perigo
31/10/2018	P10A3	74,6	0	0	1,340	8,360	Médio
01/11/2018	P10A3	80,7	31,58	100	1,239	0	Nulo
02/11/2018	P10A3	74,6	0,00	0	1,340	1,340	Pequeno
03/11/2018	P10A3	62,7	0,00	0	1,595	2,935	Pequeno
04/11/2018	P10A3	71,5	30,12	100	1,399	0	Nulo
05/11/2018	P10A3	94,9	0,24	0	1,054	1,054	Pequeno
06/11/2018	P10A3	87,6	0,00	0	1,142	1,142	Pequeno

Data	Ponto	Rel as 13 h	Pluviosidade (mm)	Fator de correção (%)	100/Um.rel	FMA	Grau de perigo
31/10/2018	P8A3	69,7	0	0	1,435	8,455	Médio
01/11/2018	P8A3	81,5	31,58	100	1,227	0	Nulo

Gráficos de FMA individual de cada área:

