

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IG

Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica – Campus Monte Carmelo

TALLYTA JEOVANA RABELO DE MATOS

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRECISÃO DE
MEDIDAS LINEARES USANDO A ESTAÇÃO TOTAL NO PERÍODO DO
OUTONO E INVERNO.**

MONTE CARMELO

2018

TALLYTA JEOVANA RABELO DE MATOS

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRECISÃO DE
MEDIDAS LINEARES USANDO A ESTAÇÃO TOTAL NO PERÍODO DO
OUTONO E INVERNO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula Santil

Coorientador: Prof. Dr. Claudionor Ribeiro da Silva

MONTE CARMELO

2018

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA PRECISÃO DE
MEDIDAS LINEARES USANDO A ESTAÇÃO TOTAL NO PERÍODO DO
OUTONO E INVERNO.**

Monografia aprovada para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e
Cartográfica pela Universidade Federal de
Uberlândia – Campus Monte Carmelo pela
banca examinadora formada por:

Monte Carmelo, 27 de Fevereiro de 2018

Prof. Dr. Fernando Luiz de Paula Santil

Prof. Dr. Claudionor Ribeiro da Silva

Esp. Tatiana Mayumi Tamura

MONTE CARMELO

2018

RESUMO

Os equipamentos utilizados em levantamentos topográficos, como as estações totais, são fabricados para atender determinadas precisões nas medidas lineares e angulares, denominadas de precisão nominal. Dessa forma, a utilização desses equipamentos em levantamentos topográficos demanda o conhecimento prévio do cumprimento dessa precisão indicada pelo fabricante, para que se façam trabalhos com a "qualidade" planejada/projetada. O não conhecimento, ou não verificação dessa precisão possibilita o uso inadequado do equipamento, gerando erros em medidas angulares, de áreas e de perímetros. Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar se as precisões nas medidas realizadas com estações totais estão dentro do padrão estabelecido pela empresa fabricante e dentro da tolerância estabelecida pela NBR 13.133. Para tanto, as observações serão realizadas em diferentes "situações climáticas", especialmente sob influência da temperatura. A área de estudo foi o pátio da unidade SESI, no Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Para essa análise foram utilizadas duas estações totais de mesma marca e seis prismas, sendo quatro colocados em linha reta com a posição de referência, e dois em direções diferentes. As duas estações foram instaladas em linha reta com os quatro primeiros prismas, sendo uma coberta com guarda-sol e a outra exposta ao sol. A partir dessas estações foram feitas medições lineares e de temperatura durante todo o dia, com intervalo de 45 minutos. Com essas observações foi possível analisar estatisticamente a influência da temperatura nos processos de medições lineares e também mostrar se os equipamentos atendem o que é descrito em seus manuais de fabricação e na NBR 13.133.

PALAVRAS-CHAVE: Estação Total, Precisão linear, NBR 13.133.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Área de Estudo.....	10
3.2 Equipamento de campo.....	11
3.3 Metodologia proposta.....	12
3.3.1 Procedimento de campo.....	12
3.3.2 Análise estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Observações Diárias	14
4.2 Observações Mensais.....	21
4.3 Observações por Estações do Ano.....	25
5 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Por questões de sobrevivência, orientação, segurança, guerras, navegação, construção entre outros, o homem sempre teve a necessidade de conhecer o meio em que se habita. Cabe salientar que alguns historiadores dizem que o homem já fazia mapas antes mesmo de desenvolver a escrita. Com o tempo surgiram técnicas e equipamentos de medição que facilitaram a obtenção de dados para posterior representação. A Topografia foi uma das ferramentas utilizadas para realizar estas medições. (VEIGA et al., 2007)

A Topografia vem de origem Grega, onde TOPOS significa lugar e GRAPHEN descrição, portanto a topografia é a ciência que estuda a representação detalhada da superfície terrestre. Essa superfície é representada através de uma projeção ortogonal, caracterizando a superfície topográfica. Nessa projeção, a superfície terrestre é representada não somente pelos limites, mas também por todos os seus detalhes naturais ou artificiais (PASTANA, 2010).

Segundo Domingues (1979) a topografia é de suma importância em trabalhos de engenharia, pois é a base de projetos, como exemplo: edifícios, hidrografia, obras viárias, entre tantos outros. Ela auxilia na obtenção do conhecimento necessário do lugar a ser trabalhado e proporciona segurança na implantação de serviços (BRANDALIZE, 2018). O profissional habilitado para executar esse tipo de trabalho é o Engenheiro Agrimensor e Cartógrafo. Sua função é de suma importância pois os seus conhecimentos são aplicados com o intuito de medir a Terra, dividindo-a em parcelas, para fazer o cadastramento das propriedades por meio do mapeamento das mesmas (SILVA, 2018).

No decorrer dos anos, a topografia sofreu uma grande evolução, já que é uma das áreas mais estudadas pelo homem, pois o mesmo depende da Terra para sua sobrevivência, com isso veio a necessidade de se atualizar, com o avanço tecnológico, facilitando o trabalho e obtendo melhor precisão. A precisão seria o grau de concordância mútua entre uma série de medidas individuais. A precisão é muitas vezes, mas não necessariamente, expressa pelo desvio padrão das medidas (FAGGION, 2011).

Até os anos setenta a troca dos equipamentos topográficos acontecia a cada cinquenta anos, no entanto, nos últimos trinta anos, o desenvolvimento dos componentes eletrônicos produziu um enorme avanço tecnológico na topografia e, atualmente, a renovação está sendo realizada a cada cinco anos apenas por questões econômicas, pois

os lançamentos de novos equipamentos estão ocorrendo a cada dois anos (BRITO et al., 2005).

Com essa evolução tecnológica, a topografia que antes era desenvolvida por equipamentos rústicos, tais como fio de prumo, corrente do agrimensor, semi-transferidor e fitas métricas (Figura 2), passa por modernização surgindo os teodolitos mecânicos, eletrônicos e, em seguida, as estações totais, bem como os níveis e trenas eletrônicas (Figura 3). Esses novos equipamentos fazem medições de direções e ângulos verticais/horizontais, zenitais ou nadirais, com o objetivo de determinar medidas de poligonais e conseqüentemente, de áreas (VEIGA et.al, 2007).



Figura 1 – Corrente do agrimensor, semi-transferidor e fita métrica. Fonte: GlobalGeo.



(a)

(b)

Figura 2 – Exemplos de Teodolitos: a) Teodolito óptico mecânico e b) Teodolito digital. Fonte: Faggion (2011).

Um exemplo de nível é apresentado na Figura 3. A utilização do nível, juntamente com as miras graduadas permite determinar o desnível entre pontos com precisões que podem alcançar a ordem do milímetro, como no caso dos nivelamentos efetuados com alta precisão. Mesmo com o grande avanço tecnológico, o nivelamento ainda é a técnica mais precisa para a determinação de desníveis em levantamentos topográficos e geodésicos (BRUM, 2005).



Figura 3 – Exemplos de Níveis: a) Nível óptico b) Nível digital. Fonte: (Faggion, 2011)

Em diversos trabalhos de topografia são utilizados equipamentos modernos, como a estação total (Figura 4), juntamente com prismas, que permitem fazer a leitura dos parâmetros matemáticos para definição do posicionamento de um alvo. Para tanto, é necessário verificar a precisão do equipamento, pois é de suma importância que o equipamento esteja em perfeitas condições, cumprindo com o que está no manual de fábrica, para que não ocorra erros além das tolerâncias legais.



Figura 4 – Exemplo de Estação Total. Fonte: Geotrack.

O despreparo técnico poderá interferir no projeto final, ocasionando erros e até a necessidade de refazer o trabalho de campo, assim é necessário verificar as condições mínimas do aparelho para que os trabalhos sejam feitos com qualidade. De acordo com a NBR 13133 Execução de levantamento topográfico, as estações totais são classificadas segundo os desvios-padrão que as caracterizam, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de estações totais

Classes de Estações Totais	Desvio Padrão	
	Precisão angular	Precisão linear
1- Precisão baixa	$\leq \pm 30''$	$\leq \pm (5\text{mm} + 3\text{ppm} \times D)$
2- Precisão média	$\leq \pm 07''$	$\leq \pm (5\text{mm} + 5\text{ppm} \times D)$
3- Precisão alta	$\leq \pm 02''$	$\leq \pm (5\text{mm} + 10\text{ppm} \times D)$

Fonte: Norma ABNT NBR 13133.

A estação total facilita os trabalhos para obter uma maior precisão no mesmo; além de facilitar o trabalho de campo, por ser mais ágil, proporciona menos cansaço ao profissional e também diminui a quantidade de pessoas para realizar o levantamento. Outra vantagem é que após finalizar um trabalho usando uma estação total descarrega-se os dados em um computador, dispensando o uso de cadernetas.

Diante do alto emprego da estação total nos levantamentos topográficos, ganhando mercado, é importante verificar o uso deste equipamento e as influências externas que contribuem para que as precisões especificadas nos manuais não sejam atendidas, o que interfere na qualidade do levantamento. Dessa forma, o presente trabalho buscou verificar a influência da temperatura na precisão das medidas lineares obtidas por estação total.

A metodologia empregada baseou-se em pesquisa bibliográfica, com reflexões teóricas dos principais métodos usados para medições de distâncias, com medições ao longo do tempo (diário). Todo o processo foi analisado com base em normativas de levantamento de campo, utilizando duas estações da marca FOIF, modelo RTS/OTS 685. Em conjunto, foram coletados dados da temperatura local, com termômetro manual, e a temperatura controlada pela própria estação total, o que permitiu atingir os resultados e determinar quanto as alterações ambientais influenciam nos dados obtidos por uma estação total.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho é verificar a ocorrência de alterações em medições lineares realizadas com estação total e em períodos que ocorra variação da temperatura ambiente.

2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Verificar se as precisões nominais das estações totais estão dentro do padrão estabelecido pela empresa;
- Analisar a influência da temperatura nas observações de medidas lineares diárias, mensais e nas estações do ano (Outono e Inverno);
- Verificar se as medidas realizadas estão de acordo com a NBR 13133.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado na unidade SESI, no Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia. A Figura 5 ilustra o local de pesquisa.

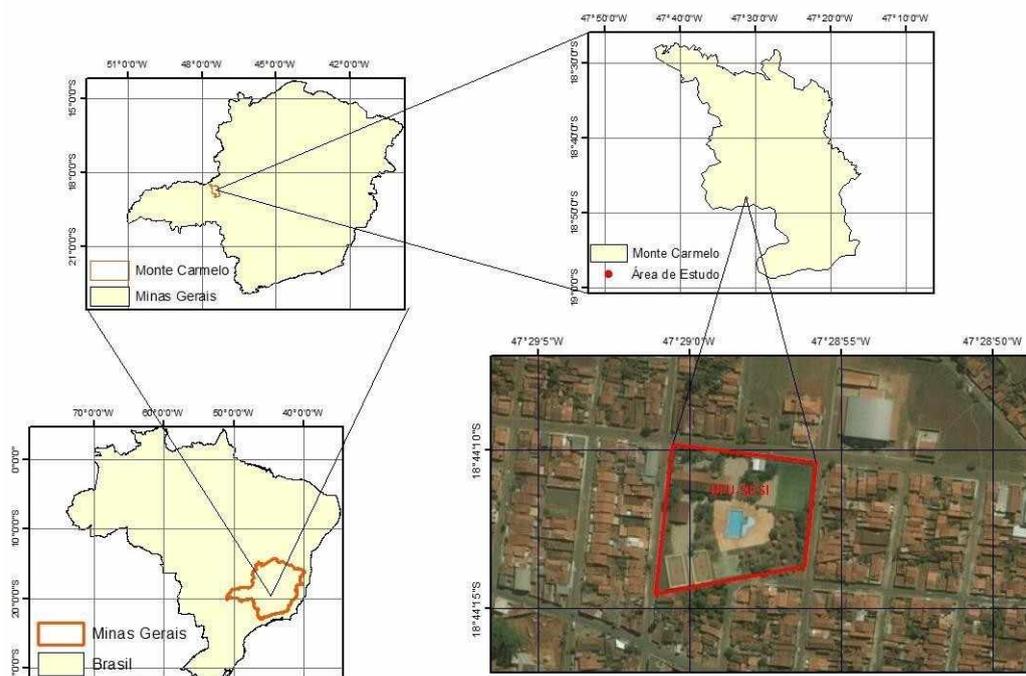


Figura 5 – Área de Estudo. Fonte: O autor

3.2 Equipamento de campo

O equipamento topográfico utilizado para a coleta dos dados pertence ao Laboratório de Topografia e Geodesia (LATGEO) do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica – Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia. Esse laboratório atualmente está localizado na unidade SESI, facilitando o uso e deslocamento.

Foram utilizadas duas estações totais da marca FOIF, modelo RTS/OTS 685, cujas precisões nominais, linear e angular estão indicadas na Tabela 2. Além disso, foi necessário usar os seguintes equipamentos: 2 tripés, 6 bastões, 6 bipés, 6 prismas, 1 guarda sol e 1 trena. Os valores de temperatura foram obtidos através de um termômetro manual, fornecido pelo Prof. Claudionor. Foram coletadas as temperaturas na base e na parte superior dos equipamentos (estações e prismas). A base dos equipamentos estava localizada em diferentes tipos de superfícies como: gramado, concreto e revestimento de metal.

Tabela 2 – Precisão angular e linear da estação FOIF modelo RTS/OTS 685

Precisões	
Precisão angular	5"
Precisão linear	$\pm 2\text{mm}+2\text{ppm}$

Fonte: Manual FOIF

3.3 Metodologia proposta

A metodologia proposta nessa pesquisa é apresentada no fluxograma mostrado na Figura 6. Isso é, são apresentadas as etapas e procedimentos metodológicos implementados para atingir os objetivos propostos neste projeto.

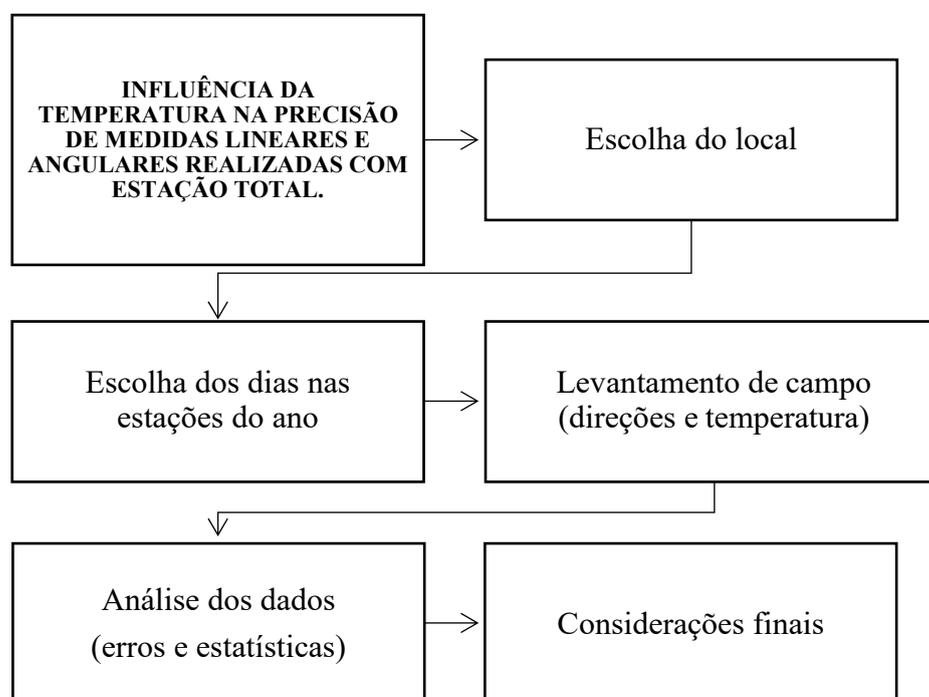


Figura 6 – Metodologia da pesquisa. Fonte: O autor

3.3.1 Procedimento de campo

As duas estações totais foram posicionadas em pontos (E1 e E2) previamente marcados no campo de futebol, na unidade SESI (Figura 7). Em uma estação total foi utilizado um guarda sol e a outra ficou exposta ao sol. Essa estratégia foi escolhida para observar se há alterações nas medidas realizadas com as estações totais, em diferentes condições. Durante os levantamentos, foi tomado o cuidado de não inverter a ordem das

estações, isto é, sempre utilizar a mesma estação no sol e a mesma na sombra, com a utilização do guarda-sol.



Figura 7 – Configuração dos pontos levantados em campo. Fonte: Google Earth.

Os levantamentos foram realizados durante todo o dia, com leituras de 45 em 45 minutos. Foram escolhidos dias nas estações do ano: Outono e Inverno. A justificativa para se coletar esses dados em diferentes estações do ano é de que teoricamente ocorrem grandes variações de temperatura ao longo do ano, o que pode interferir nos resultados das leituras.

As estações/marcos foram definidas da seguinte forma (Figura 8): duas estações (E1 - exposta ao sol e E2 – colocada na sombra/guarda sol) colocadas no campo de futebol da unidade SESI; quatro pontos (P1, P2, P3 e P4) colocados em alinhamento com as duas estações; mais dois pontos, aqui denominados de Vante e Ré, para orientação do levantamento e medições. Os pontos P1, P2, P3 e Vante estão posicionados em área concretada, enquanto os pontos Ré, E1 e E2 estão em área gramada e o ponto P4 em área concretada nas proximidades de um muro. Com essa variação de ambiente, objetivou-se observar se as estações e prismas sofrem influência da temperatura local. Após a definição das estações, em cada uma foi colocado um prisma, utilizando-se bastões e bipés, para realização das medições.

Os trabalhos de medições/levantamentos foram iniciados sempre as 7 horas da manhã, com a montagem dos equipamentos. As coletas efetivas de dados iniciaram

sempre próximo das 8 horas da manhã e foram até às 17:30 horas. Os levantamentos foram feitos no mínimo uma vez por semana, durante um mês, em cada estação do ano. Iniciou-se os levantamentos no mês de março de 2017 e findados em setembro de 2017. Sempre após cada levantamento, os dados eram baixados e processados e armazenados em tabela, conforme exemplo da Tabela 3.

Tabela 3 – Organização dos dados coletados em campo com a estação E1

Horários e medidas feitas com a estação E1						
Horário	Ré (m)	Vante (m)	P1 (m)	P2 (m)	P3 (m)	P4(m)
08:45	47,705	58,448	19,788	66,990	92,774	122,239
09:30	47,706	58,450	19,790	66,993	92,776	122,244
10:15	47,706	58,450	19,789	66,992	92,776	122,240

Fonte: O autor.

3.3.2 Análise estatística

Com a coleta dos dados através das estações totais foi necessário a utilização de análises ou modelos estatísticos para a avaliação se há ou não influência da temperatura nos processos de medições lineares e angulares e se os equipamentos cumprem com o que é descrito no manual de fabricação. No presente trabalho foram utilizadas medidas de médias e discrepâncias (desvio padrão) para fazer tal análise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os levantamentos foram iniciados no começo da estação Outono, no mês de março/2017. Nessa primeira fase, os dados de temperatura foram coletados através de site na internet, devido ao fato de não ter acesso ao termômetro. O uso desse equipamento se deu a partir do mês seguinte. Para melhor compreensão, os resultados foram analisados na forma diária, mensal e por estações do ano, como apresentado a seguir.

4.1 Observações Diárias

A Tabela 4 e 5 apresentam média dos dados coletados nos dias 22 e 31 do mês de março de 2017. Estes dados são apresentados na Figura 8, onde podemos observar a

distribuição dos dados coletados no dia 22 de março juntamente com a temperatura coletada no dia. E os dados do dia 31 de março podem ser observados na Figura 9.

Tabela 4 – Dados coletados no dia 22 de março

Média diária 22/03/2017			
	E1	E2	E2 – E1
Ré (m)	47,959	48,899	0,939
Vante (m)	58,570	60,101	1,530
Ponto 1 (m)	19,868	21,409	1,541
Ponto 2 (m)	67,120	68,662	1,541
Ponto 3 (m)	92,890	94,434	1,543
Ponto 4 (m)	122,327	123,868	1,540
Temperatura °C		26,473	

Fonte: O autor

Tabela 5 – Dados coletados no dia 31 de março

Média diária 31/03/2017			
	E1	E2	E2 – E1
Ré (m)	47,942	48,884	0,942
Vante (m)	58,570	60,102	1,532
Ponto 1 (m)	19,873	21,417	1,543
Ponto 2 (m)	67,124	68,668	1,544
Ponto 3 (m)	92,878	94,427	1,548
Ponto 4 (m)	122,332	123,865	1,532
Temperatura °C		26,210	

Fonte: O autor



Figura 08 – Distribuição dos dados coletados no dia 22 de março. Fonte: O autor

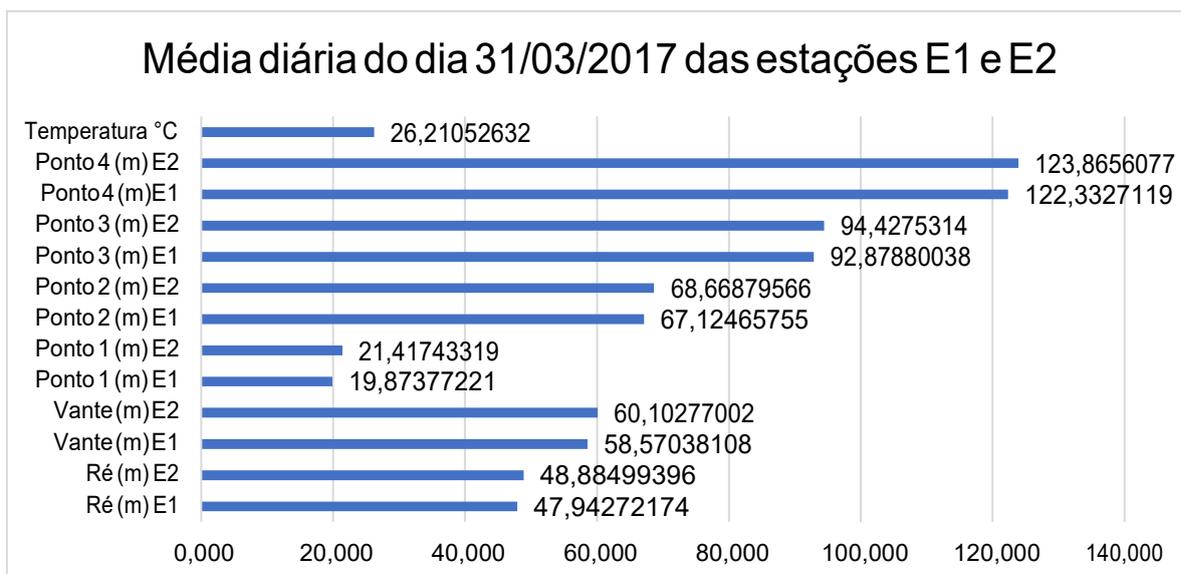


Figura 09 – Distribuição dos dados coletados no dia 31 de março. Fonte: O autor

A Tabela 6 e 7 apresentam média dos dados coletados nos dias 04 e 18 do mês de abril de 2017, respectivamente. Foi feito um levantamento no dia 13 do mesmo mês, mas o mesmo foi retirado da análise por causa de problemas nos dados angulares, que foram considerados como erros grosseiros. Nesse mês iniciou-se a coleta de dados de temperatura com a utilização do termômetro manual. Foram coletados dados de temperatura na base e na parte superior do equipamento, como mostrado nas Figuras 11 (04 de abril) e 14 (18 de abril). Esses dados de levantamentos estão representados nas Figuras 10 (04 de abril) e 12 (18 de abril).

Tabela 6 – Dados coletados no dia 04 de abril

	Média diária 04/04/2017			Temperatura °C	
	E1	E2	E2 – E1	Inferior	Superior
Ré (m)	47,950	48,888	0,938	26,475	32,2
Vante (m)	58,574	60,100	1,525	34,716	35,15
Ponto 1 (m)	19,868	21,405	1,536	34,291	35
Ponto 2 (m)	67,120	68,656	1,537	32,3	33,641
Ponto 3 (m)	92,883	94,423	1,540	32,333	34,558
Ponto 4 (m)	122,318	123,838	1,520	32,891	36,85
Temperatura °C Inferior	27,205	26,544			
Temperatura °C Superior	32,276	29,054			

Fonte: O autor.

Com exceção da estação P4, todas as demais do alinhamento (P1, P2 e P3) apresentaram discrepâncias entre si menores que três milímetros. Em P4 a discrepância foi de aproximadamente dois centímetros. Acredita-se que essa diferença em P4 deve-se ao fato de tratar-se de uma maior distância.

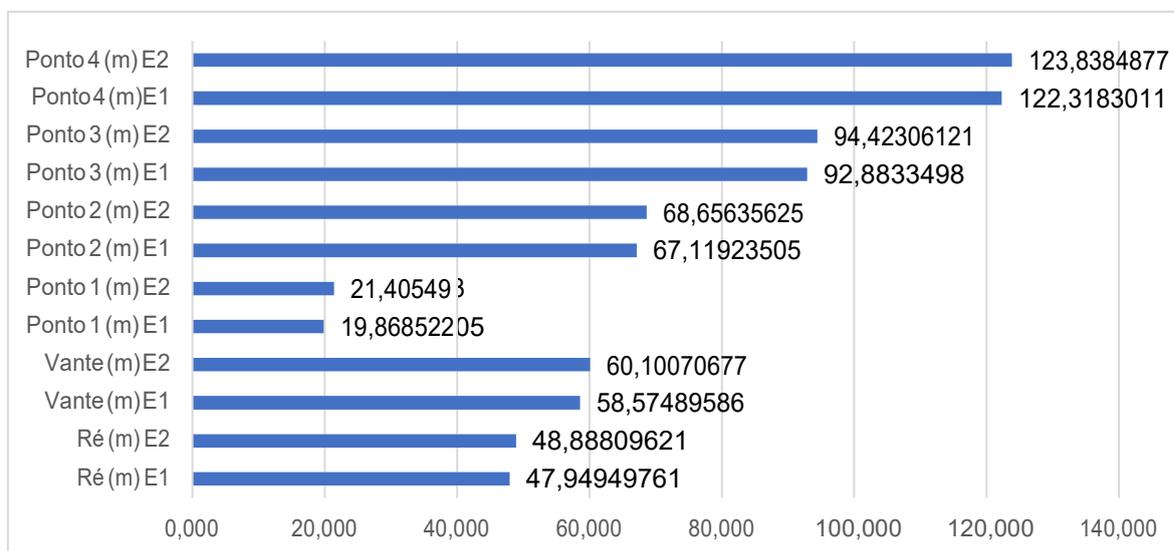


Figura 10 – Distribuição dos dados coletados no dia 04 de abril. Fonte: O autor.

Em relação às medidas coletadas no mês anterior, essas novas observações apresentam discrepâncias inferiores a três centímetros.

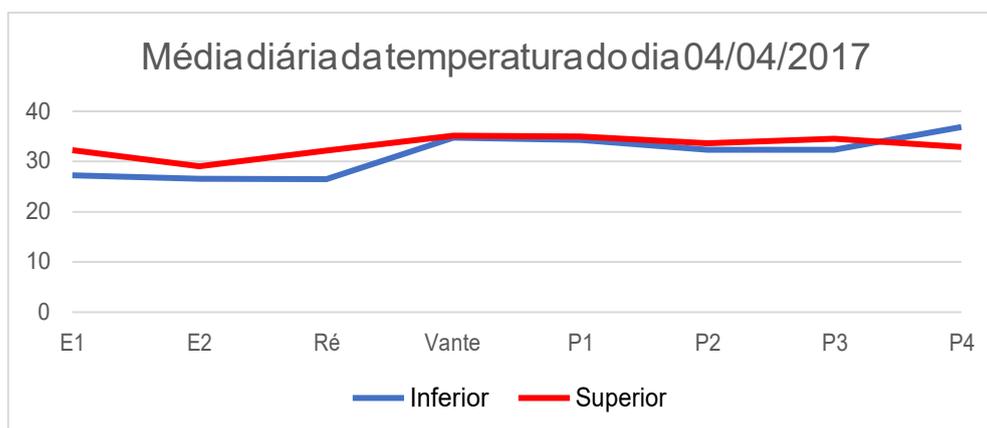


Figura 11 – Distribuição da temperatura coletada no dia 04 de abril. Fonte: O autor.

Com base nos gráficos da Figura 13 pode-se observar que as E1, E2 e Ré apresentam os menores valores de temperatura, acordando para a condição nas proximidades, que é um gramado. A estação P4 apresenta um alto valor, acredita que esse valor está relacionado com o muro vizinho, que pode interferir na temperatura ambiente.

Tabela 7– Dados coletados no dia 18 de abril

	Média diária 18/04/2017			Temperatura °C	
	E1	E2	E2 – E1	Inferior	Superior
Ré (m)	47,950	48,893	0,942	28,741	35,616
Vante (m)	58,576	60,108	1,532	35,833	37,133
Ponto 1 (m)	19,868	21,413	1,544	36,358	36,391
Ponto 2 (m)	67,126	68,672	1,545	35,416	36,666
Ponto 3 (m)	92,883	94,430	1,546	34,85	36,491
Ponto 4 (m)	122,321	123,860	1,537	36,858	33,075
Temperatura °C	28,780	28,241			
Temperatura °C	33,551	31,761			

Fonte: O autor



Figura 12 – Distribuição dos dados coletados no dia 18 de abril. Fonte: O autor.

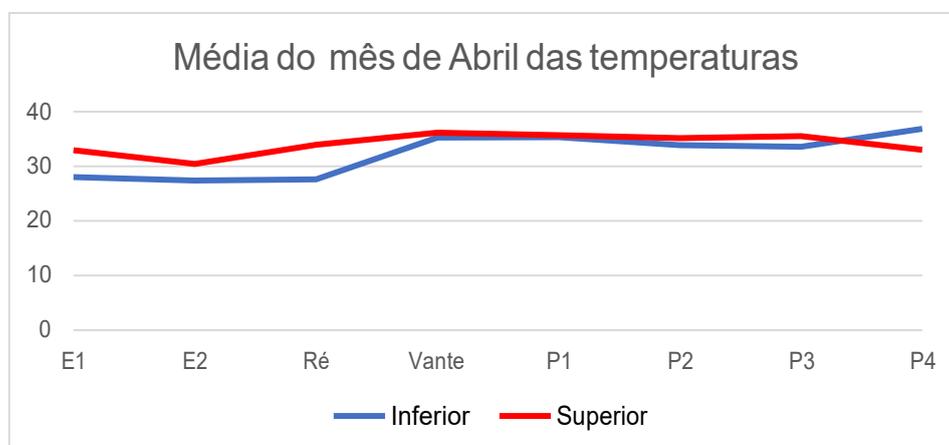


Figura 13 – Distribuição da temperatura coletada no dia 18 de abril. Fonte: O autor.

Pode-se analisar na Figura 14 a distribuição dos dados coletados de todos os meses para a E1, juntamente com os dados da temperatura. Nas medidas analisadas não houve uma variação significativa para todos os pontos. Já nos dados de temperatura têm-se algumas variações da mesma em alguns dias mais quentes, como nos dias 04 e 18 de abril, 18 e 30 de agosto e 13 e 20 de setembro. Nesses dias foi possível observar que foram dias com poucas nuvens, ensolarado e com muito vento, assim temos o possível motivo dessa variação.

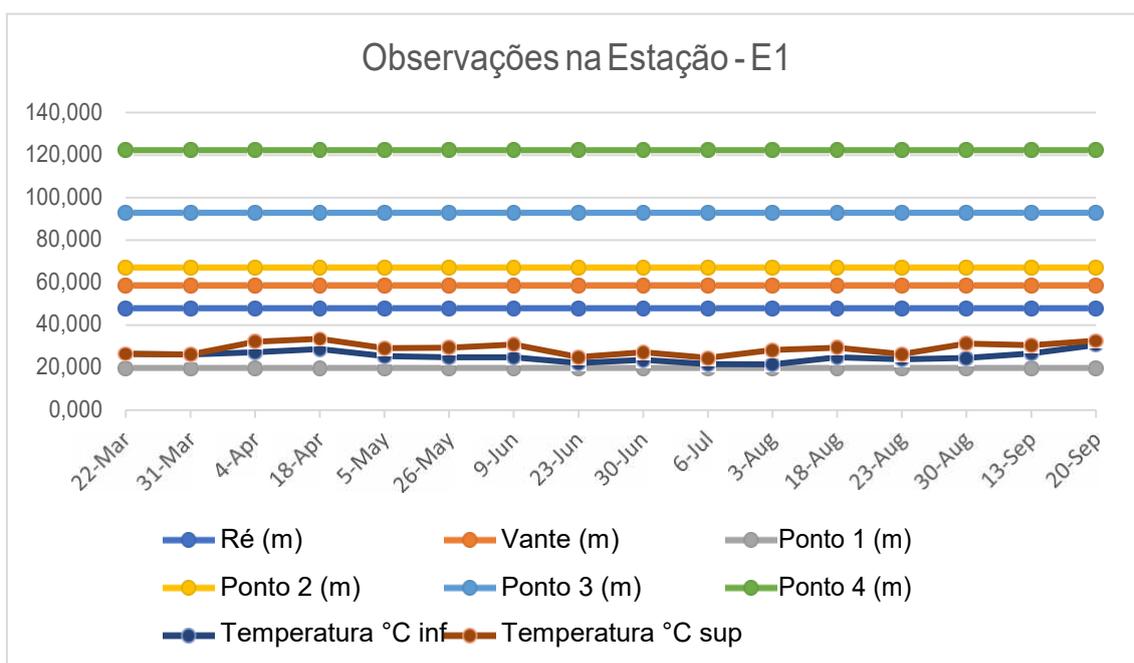


Figura 14 – Observações realizadas a partir da estação E1 no período analisado.

Na Figura 15 a distribuição dos dados coletados de todos os meses para a E2, também não houve variação significativa. Nos dados da temperatura houve uma pequena variação, mantendo o mesmo comportamento, nos mesmos dias, da estação E1.

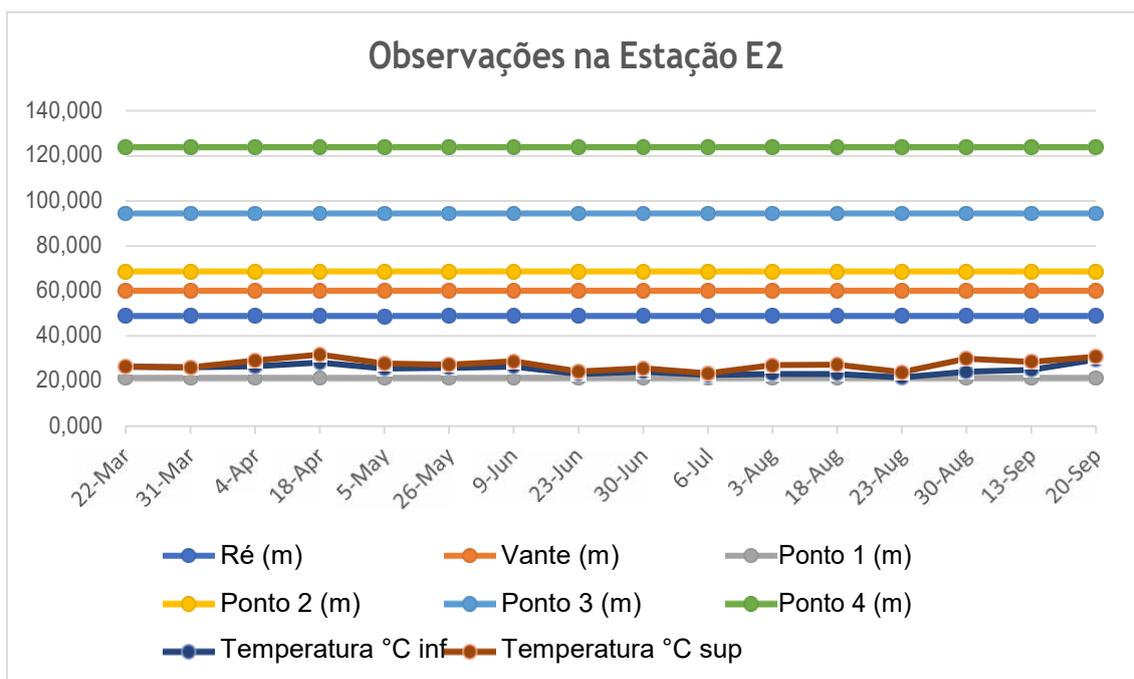


Figura 15 – Observações realizadas a partir da estação E2 no período analisado.

Na análise das observações diárias foi feito o cálculo do Desvio Padrão para a E1 e E2. Na Tabela 8 pode-se observar que para a E1 o erro foi inferior a 3 centímetros. Uma justificativa para esse resultado é que essa estação total ficou exposta ao sol, sem nenhum tipo de proteção. Já a E2 foi a estação que ficou na sombra, apresentando erro inferior a 1 milímetro, com exceção no P4, que foi aproximadamente 1 centímetro. Nesse caso, a justificativa é devida ao fato da estação total ter ficado na sombra, sem influência do sol no equipamento e, conseqüentemente, nas medidas. Assim, pode-se verificar que o aquecimento do equipamento, com a interferência do sol, pode causar um erro nas medidas lineares. O erro relativo ao P4 por ter sido afetado devido às imediações do mesmo ter um grande muro, o que pode refletir calor para o mesmo.

Tabela 8 – Desvio Padrão E1 e E2.

E1	DesvioPad	E2	DesvioPad
Ré (m)	0,028	Ré (m)	0,009
Vante (m)	0,024	Vante (m)	0,005
Ponto 1 (m)	0,024	Ponto 1 (m)	0,005
Ponto 2 (m)	0,027	Ponto 2 (m)	0,008
Ponto 3 (m)	0,024	Ponto 3 (m)	0,005
Ponto 4 (m)	0,024	Ponto 4 (m)	0,011
Temperatura °C inf	2,454	Temperatura °C	2,131
Temperatura °C sup	2,788	Temperatura °C	2,390

Na Figura 16 pode-se notar que a Ré e o P2 apresentaram maiores desvios padrão em ambas as estações E1 e E2 e o P4 apresentou maior desvio padrão na medida a partir de E2. O P4 está localizado em uma distância maior das estações E1 e E2, se comparado aos outros pontos e, ainda, contém um muro ao seu redor, o que pode afetar a medida de distância por fatores como a reverberação, apontada na própria NBR 13133.

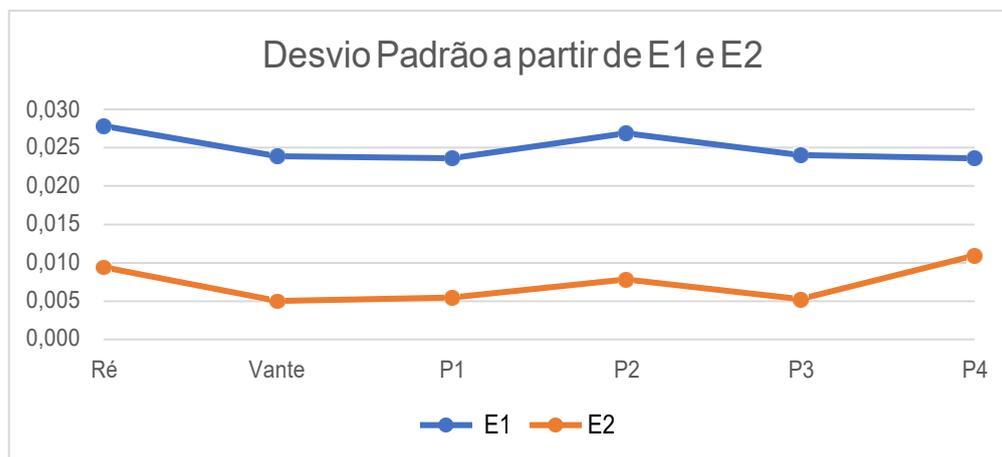


Figura 16 – Desvio padrão das medidas realizadas a partir de E1 e E2.

4.2 Observações Mensais

As Tabelas 9 e 10 apresentam média dos dados coletados nos meses de Abril e Julho de 2017. Os dados são apresentados nas Figura 17 e 19, onde pode-se observar a distribuição dos dados coletados nos dois meses.

Tabela 09– Média dos dados coletados no mês de abril

	E1	E2	E2 – E1	Temperatura °C	
				Inferior	Superior
Ré (m)	47,950	48,891	0,940	27,610	33,910
Vante (m)	58,575	60,105	1,530	35,275	36,141
Ponto 1 (m)	19,869	21,409	1,540	35,341	35,680
Ponto 2 (m)	67,123	68,664	1,541	33,860	35,154
Ponto 3 (m)	92,883	94,426	1,543	33,591	35,525
Ponto 4 (m)	122,320	123,849	1,530	36,854	32,983
Temperatura °C	27,993	27,393			
Inferior					
Temperatura °C	32,913	30,407			
Superior					

Fonte: O autor

Tabela 10– Média dos dados coletados no mês de julho

	E1	E2	E2 – E1	Temperatura °C	
				Inferior	Superior
Ré (m)	47,973	48,894	0,921	29,352	32,819
Vante (m)	58,601	60,109	1,509	30,892	32,819
Ponto 1 (m)	19,904	21,422	1,518	31,462	33,385
Ponto 2 (m)	67,145	68,663	1,518	30,583	33,098
Ponto 3 (m)	92,905	94,433	1,528	31,667	33,802
Ponto 4 (m)	122,339	123,854	1,514	32,964	34,939
Temperatura °C Inferior	23,735	23,026			
Temperatura °C Superior	28,823	27,132			

Fonte: O autor

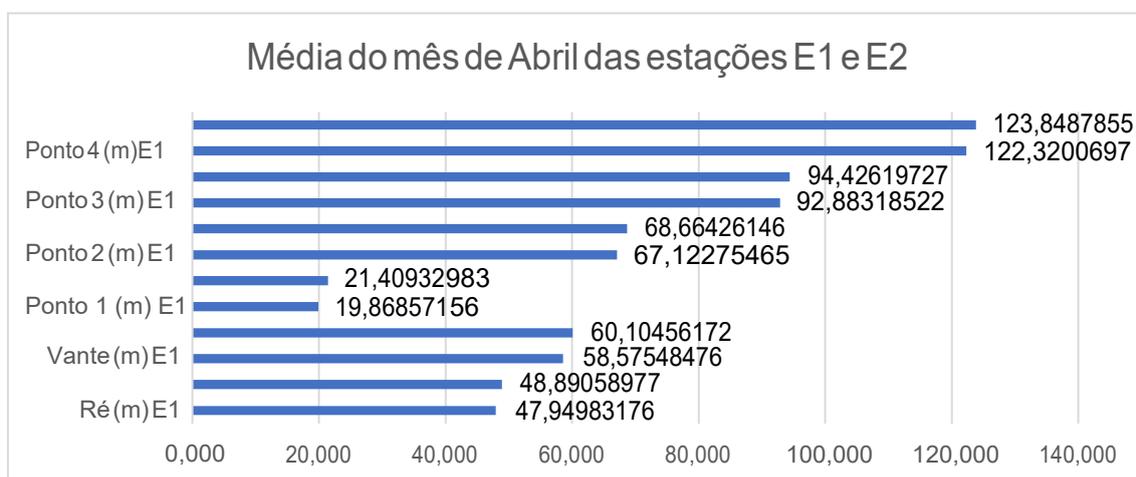


Figura 17 – Distribuição da média de abril. Fonte: O autor

Em relação às medidas coletadas nos dois meses apresentam discrepâncias inferiores a três centímetros. Na Figura 18 pode-se observar que a Ré teve valores menores em comparação com os outros pontos, o P4 valores maiores, na Figura 19 a Ré também possui valores menores e o P4 valores maiores, mas em comparação com o mês de Abril são menores.

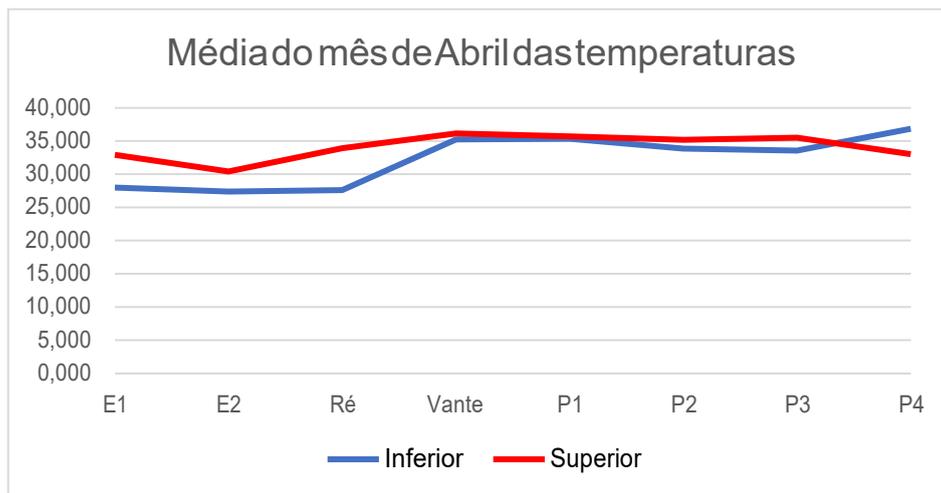


Figura 18 – Distribuição da média da temperatura do mês de abril. Fonte: O autor.

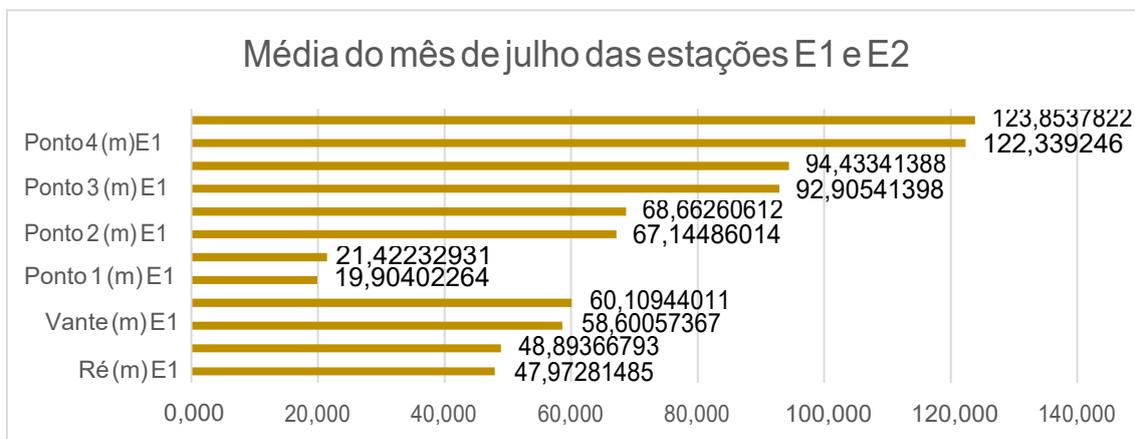


Figura 19 – Distribuição da média de julho. Fonte: O autor

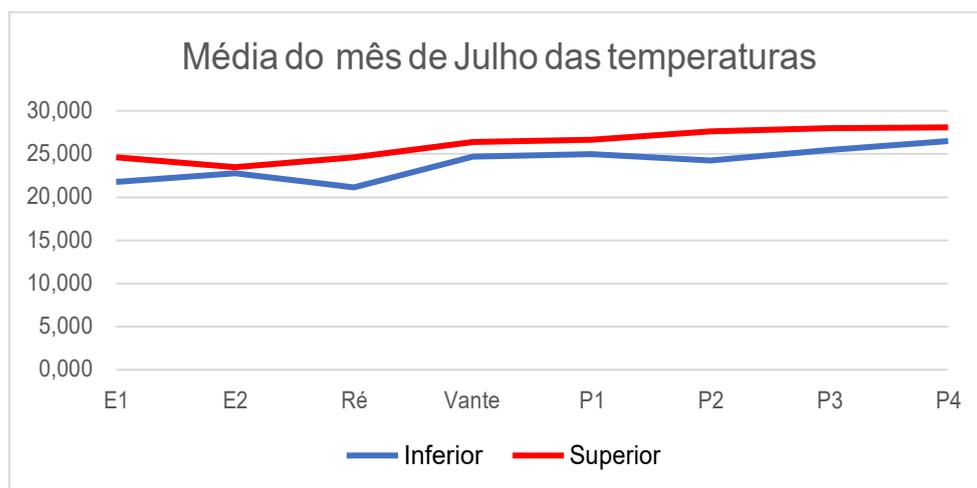


Figura 20 – Distribuição da média da temperatura do mês de abril. Fonte: O autor.

Através das Figuras 21 e 22 foi possível observar que ambas as estações E1 e E2 tiveram o mês de Abril com maiores temperaturas e o mês de Julho com as menores temperaturas, no mês que foi considerado mais quente, a discrepância foi maior em relação ao outro mês. Isso se justifica em relação a região onde foi feito o experimento sendo que os meses mais frios são junho e julho e os demais meses mais quentes, mas com o estudo constatou-se que os meses que foram feitos os levantamentos o mês com maior temperatura foi o de Abril.

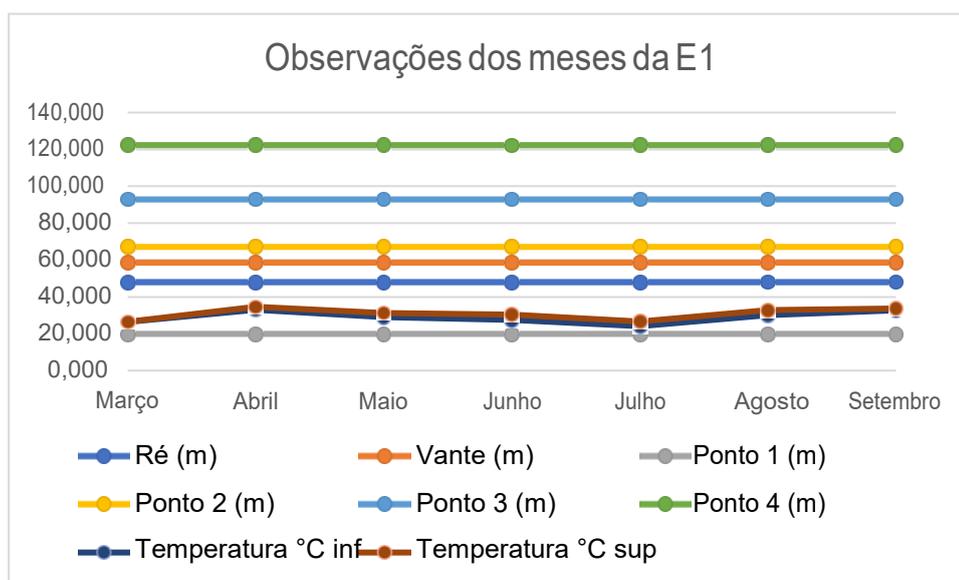


Figura 21 – Observações realizadas a partir da estação E1.

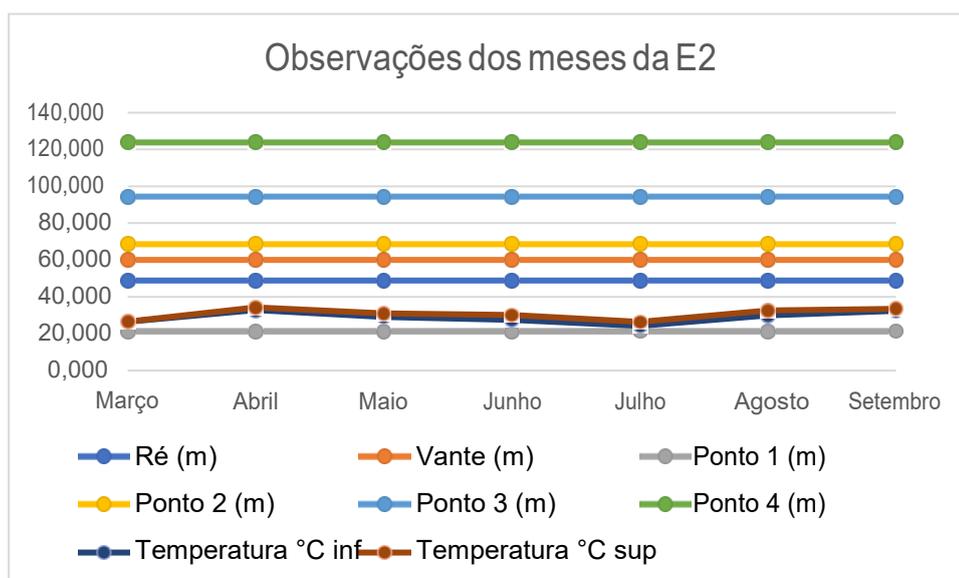


Figura 22 – Observações realizadas a partir da estação E2.

4.3 Observações por Estações do Ano

A Tabela 11 e 12 apresentam as médias dos dados coletados por estações do ano, no caso Outono e Inverno. Estes dados estão representados nas Figuras 23 e 25, onde pode-se observar a distribuição das medidas observadas e nas Figuras 24 e 26 os dados da temperatura.

Tabela 11 – Média dos dados coletados na estação Outono

	E1	E2	E2 – E1	Temperatura °C	
				Inferior	Superior
Ré (m)	47,938	48,889	0,951	26,1	33,980
Vante (m)	58,560	60,103	1,543	32,272	33,980
Ponto 1 (m)	19,858	21,412	1,554	32,275	33,511
Ponto 2 (m)	67,108	68,663	1,555	31,655	33,672
Ponto 3 (m)	92,870	94,428	1,558	31,695	33,980
Ponto 4 (m)	122,311	123,853	1,541	33,870	33,223
Temperatura °C Inferior	26,028	26,506			
Temperatura °C Superior	31,042	28,946			

Fonte: O autor

Tabela 12 – Média dos dados coletados na estação Inverno

	E1	E2	E2 – E1	Temperatura °C	
				Inferior	Superior
Ré (m)	47,969	48,893	0,924	25,637	29,332
Vante (m)	58,586	60,103	1,517	28,484	30,025
Ponto 1 (m)	19,886	21,414	1,528	28,464	29,999
Ponto 2 (m)	67,141	68,671	1,530	28,440	30,984
Ponto 3 (m)	92,895	94,431	1,536	29,242	31,665
Ponto 4 (m)	122,333	123,855	1,521	30,678	32,476
Temperatura °C Inferior	23,991	27,461			
Temperatura °C Superior	24,083	26,050			

Fonte: O autor

Através dos valores das tabelas 11 e 12 observamos que a discrepância é menor que 3 centímetros em relação as estações outono e inverno, vemos que a discrepância da estação outono é maior que a estação inverno, com isso a justificativa que a temperatura realmente interfere nas medidas.

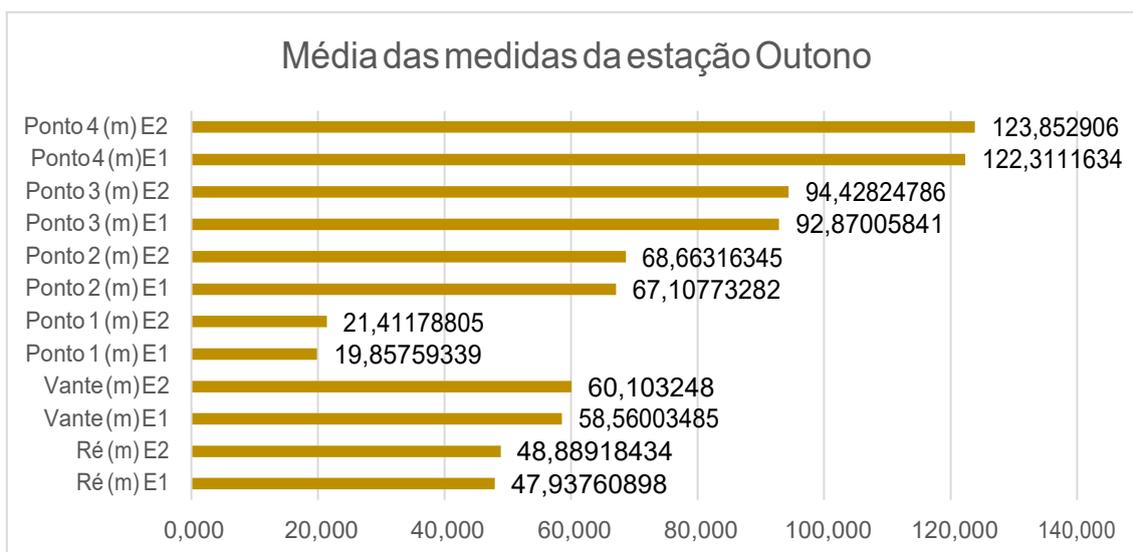


Figura 23 – Distribuição da média das observações na estação Outono. Fonte: O autor.

Na Figura 24, pode-se analisar que a menor temperatura foi da Ré, isso ocorre, pois, a mesma se encontra no gramado e perto de árvores, sendo o motivo da sua temperatura ser menor, nos outros pontos a temperatura não obteve variação considerável.

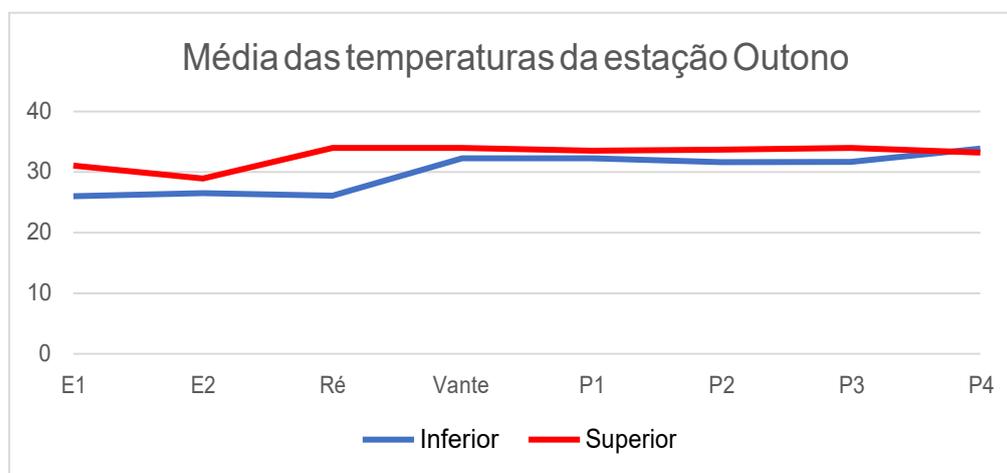


Figura 24 – Distribuição da média da temperatura na estação Outono. Fonte: O autor.

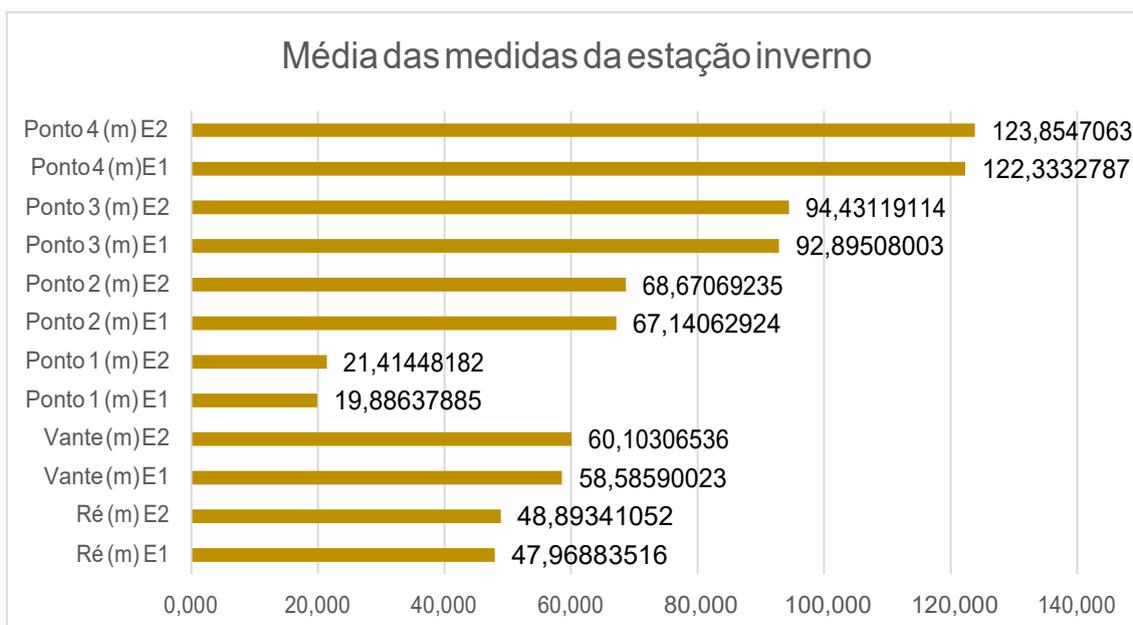


Figura 25 – Distribuição da média da estação Inverno. Fonte: O autor.

Na Figura 26, a E2 e a Ré apresentaram os menores valores. A Ré apresentou uma temperatura superior maior que a E2. Os demais pontos não apresentaram uma grande variação.

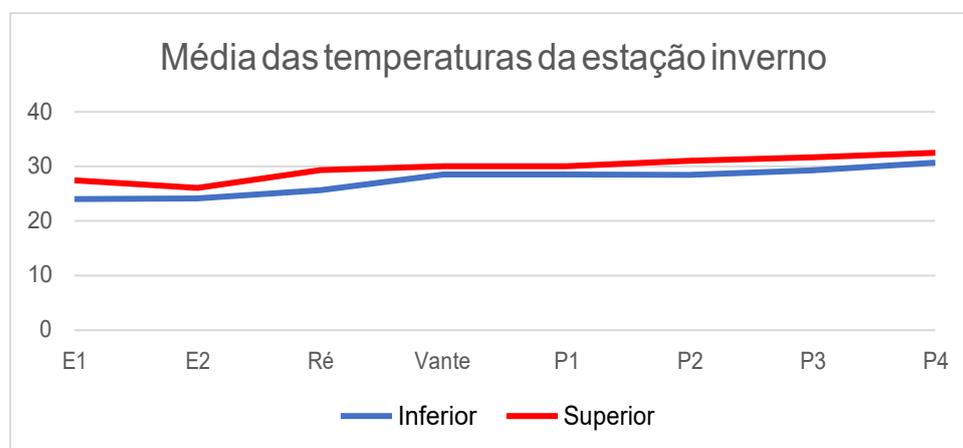


Figura 26 – Distribuição da média da temperatura da estação Inverno. Fonte: O autor.

Através dos dados e análises pode-se considerar que os dados da estação E1 está de acordo com a precisão nominal da NBR 13.133, e não está na precisão do manual da Estação FOIF pois a discrepância foi maior que 2 centímetros. Já a estação E2 cumpre com a norma e com o manual, sua discrepância foi menor que 1 milímetro com exceção do P4.

5 CONCLUSÃO

Com os dados levantados por este trabalho tem-se que a precisão nominal da estação E1 não está dentro do padrão estabelecido pela empresa, houve influência da temperatura na mesma, pois ficou exposta ao sol e o erro foi de aproximadamente 3 centímetros. Já a E2 ficou dentro do padrão, alcançando o erro de aproximadamente 1 milímetro, com exceção do P4 que ficou próximo a 2 centímetros, mesmo com esse valor mais alto, ainda está dentro do padrão, justificando que a E2 teve o uso de guarda sol, com isso não teve contato direto com o sol. Já o P4 tinha em suas imediações um muro, interferindo na temperatura do mesmo.

Foi observado que as medidas diárias sofreram influência maior nos dias mais quentes, que se distribuíram nos meses de Abril, Agosto e Setembro. Já na análise mensal, o mês que sofreu maior influência da temperatura foi Abril, por ser considerado o mês com maiores temperaturas e o mês que obteve menor influência foi Julho, por ter as menores temperaturas. Na comparação por estação do ano, a que teve maior variação foi Outono em relação a estação Inverno.

Após todas as análises foi possível considerar que as duas estações E1 e E2 estão de acordo com a tolerância da NBR 13.133, considerando que essa tolerância é maior que a do manual das estações. Portanto, com o presente trabalho foi possível analisar e verificar que altas temperaturas interferem nas medidas feitas com a estação total.

REFERÊNCIAS

BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato. **Topografia**. PUC/PR. Disponível em: <<http://www.gpeas.ufc.br/disc/topo/apost01.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRITO, José Geraldo Arantes de Azevedo; GUIMARÃES, Humberto Silva; MARTINS, Clarisse Vilela. **A topografia e sua contextualização ao longo da história**. Graphica, Ouro Preto, 2005.

BRUM, Everton Valdomiro Pedroso. **VERIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE ACORDO COM NORMAS INTERNACIONAIS**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FAGGION, Pedro Luís. **CONSIDERAÇÕES SOBRE A INSTRUMENTAÇÃO TOPOGRÁFICA**. 2011. 61 f. Geomática, Universidade Federal do Paraná, 2011.

PASTANA, Carlos Eduardo Troccoli. **TOPOGRAFIA I e II ANOTAÇÕES DE AULA**. Unimar - Universidade de Marília. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Tecnologia, 2010.

SILVA, João Fernando Custodio da. **Engenharia Cartográfica base da geoinformação**. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/JoaoFernando/EngeCart/Caro_I/LivroEngCart_JFCS_cap1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos da Topografia**. 2007.