



## SRTM 1-ARC INTERPOLADO E O SRTM 3-ARC NA DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DA SUB-BACIA DO ALTO MEIA PONTE EM GOIÁS

*Elvis Richard Pires Goularte<sup>1</sup>, Francisco F. N. Marcuzzo<sup>2</sup> & Fábio Campos Macedo<sup>3</sup>*

**RESUMO** – Conhecer e entender de maneira analítica os diferentes Modelos Digitais de Terreno (MDT) é essencial para delimitações automáticas de áreas de drenagem com menos erros, visando à determinação do perímetro de forma mais correta. O objetivo deste trabalho foi estudar com resultados estatísticos as diferenças entre o SRTM 1-ARC interpolado (30m) com o SRTM 3-ARC (90m), visando determinar o melhor MDT para delimitação automática de áreas de drenagens de bacias hidrográficas e estações fluviométricas. O modelo SRTM-1 interpolado obteve melhor desempenho em comparação ao modelo SRTM-3, com erro médio quadrático inferior quando comparado com as altitudes de referência utilizadas que foram as referências de nível e pontos cotados do IBGE. A qualidade dos modelos SRTM não apresentou variações significativas em função do tipo de cobertura e uso do solo. Por outro lado, a precisão destes modelos é altamente correlacionada à declividade. Mas, para a área aqui estudada, bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, o modelo comportou-se de modo contrário, onde quanto maior a declividade menor a precisão. Comparativamente à delimitação gerada a partir do SRTM-3, o uso do SRTM-1 resultou em uma delimitação mais precisa dos limites, ainda que os resultados tenham sido bastante similares.

**ABSTRACT** – Knowing and understanding analytically different Digital Terrain Models (DTM) is essential for automatic boundaries of drainage areas with fewer errors, in order to determine the perimeter more accurately. The objective of this work was to study with statistical results the differences between SRTM 1-ARC interpolated (30m) with the SRTM 3-ARC (90m), to determine the best MDT for automatic delineation of areas of drainage basins and gauged stations. The interpolated SRTM-1 model performed better compared to the SRTM-3 model, with lower mean square error when compared with the reference altitudes used that were the level reference points and quoted the IBGE. The quality of SRTM models showed no significant variations depending on the type of coverage and land use. Moreover, the accuracy of these designs is highly correlated to the slope. But for the area here studied catchment area of the Rio Meia Ponte, the model behaved in the opposite way, where the higher the lower slope accuracy. Compared to the delimitation generated from SRTM-3, the SRTM-1 use has resulted in a more precise delimitation of boundaries.

**Palavras-Chave** – Ottobacias, Modelo Digital de Elevação, Área de Drenagem.

---

1) Tecnólogo em Geoprocessamento, atualmente Técnico em Desenvolvimento e Reforma Agrária no, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, INCRA. Av. João Leite, nº1.520, Santa Genoveva – CEP 74.672020 – Goiânia/GO - Telefone: (62)35738708. [geosigrichard@yahoo.com.br](mailto:geosigrichard@yahoo.com.br).  
2) Pesquisador em Geociências, CPRM / SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Rua Banco da Província, nº105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90.840-030, Tel.:(51)3406-7300. [francisco.marcuzzo@cprm.gov.br](mailto:francisco.marcuzzo@cprm.gov.br).  
3) Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiânia – Campus Goiânia/GO. [fcm@cefetgo.br](mailto:fcm@cefetgo.br).

## 1. INTRODUÇÃO

Dominar os procedimentos básicos para o tratamento de Modelos Digitais de Terreno (MDT) são importantes. Contudo, tão importante quanto é conhecer e entender de forma específica e analítica os diferentes MDT que são usados para delimitações automáticas de áreas de drenagem, visando à determinação do perímetro da área de contribuição com menos erros.

Vários autores que utilizaram MDT para estudos de bacias hidrográficas em diversas regiões do Brasil, em especial no Centro-Oeste e Norte do Brasil, como Rabus *et al.* (2003), Ludwig *et al.*, (2006), Cardoso *et al.* (2011), Pinto Filho *et al.* (2011), Romero *et al.* (2011) e Marcuzzo *et al.* (2011), relatam um bom desempenho destas imagens para inúmeros estudos hidromofológicos das regiões estudadas. Um maior detalhamento do processo de delimitação automática de área de drenagem utilizando MDT e SIG pode ser encontrado no tutorial disponibilizado no Quadro 1 do trabalho de Koefender e Marcuzzo (2015) e no material e métodos dos trabalhos de Goularte (2010), Goularte *et al.* (2013), Melati (2015), Melati e Marcuzzo (2015), e Koefender (2015).

O objetivo deste trabalho foi estudar com resultados estatísticos as diferenças entre o SRTM 1-ARC interpolado (30m) com o SRTM 3-ARC (90m), visando determinar o melhor MDT para delimitação automática de áreas de drenagens de bacias hidrográficas e estações fluviométricas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de Estudo

A região de estudo (Figura 1) é a sub-bacia do Alto Meia Ponte, pertencente a sub-bacia 60, que por sua vez pertence a grande bacia hidrográfica do rio Paraná (bacia 6). A sub-bacia do Alto Meia Ponte é de grande importância por englobar boa parte da região metropolitana de Goiânia. Um detalhamento maior do estado de Goiás e desta região de estudo pode ser obtido em Goularte (2010), Goularte *et al.* (2013), Cardoso *et al.* (2011), Cardoso *et al.* (2011), Mello *et al.* (2011), Costa *et al.* (2012), Cardoso *et al.* (2012), Romero *et al.* (2014) e Cardoso *et al.* (2014).

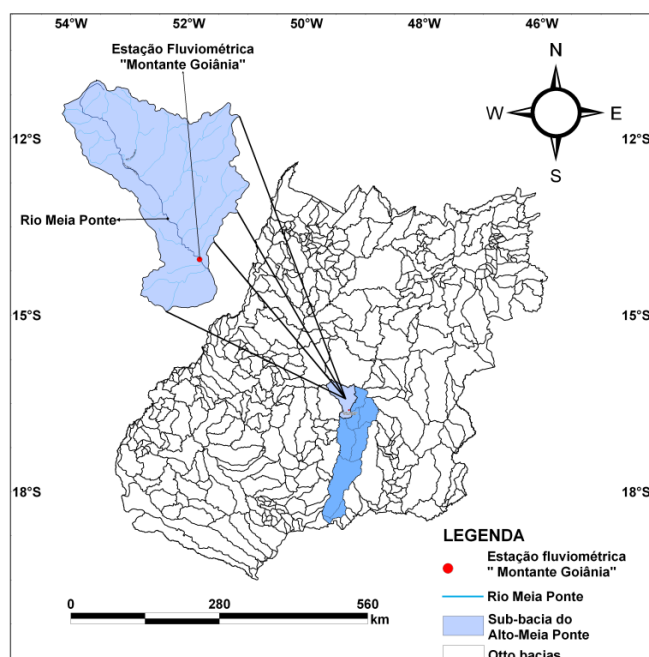


Figura 1 - Localização da sub-bacia do Alto Meia Ponte (Fonte: GOULARTE, 2010)..

### 2.2. Altitudes Para as Análises dos MDT

Foram utilizados seis pontos de referência de nível e 105 pontos cotados obtidos do *site* do IBGE para cruzamento com os MDT, conforme se pode observar na Figura 2. Com a aplicação de ferramentas disponíveis em programas SIG, gerou-se uma tabela com as altitudes das referências de nível e dos pontos cotados, e, as altitudes dos pontos homólogos nos MDT. Nos pontos de referência de nível e pontos cotados, subtraíram-se as altitudes dos MDT, obtendo-se valores positivos nas regiões onde os MDT superestimam os pontos de referência de nível, pontos cotado, e,

valores negativos em regiões onde os MDT subestimam as referências de nível e os pontos cotados. De posse dos dados dos cruzamentos, foram realizadas análises estatísticas (regressão linear, média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e mínimo, erro médio quadrático e distribuições de frequências) para se avaliar a precisão de cada MDT com relação às referências de nível e aos pontos cotados. Também foi utilizado o critério do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica), definido nas Normas Técnicas da Cartografia Nacional (Tabela 1) Decreto nº 89.817 de 20/07/1984, para classificar os MDT quanto à sua exatidão.

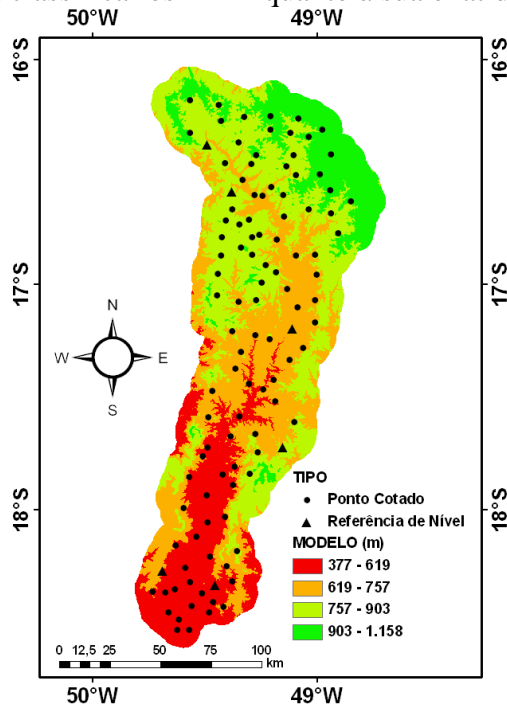


Figura 2 - Distribuição das altitudes de referência de nível e pontos cotados ao longo do modelo de dados do SRTM-3 (~90m). Fonte: SIEG-GO/EMBRAPA.

Tabela 1 - Classificação cartográfica através do PEC.

Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrica		
Categoria	Tolerância	EMQ
Classe A	25m	16,6m
Classe B	30m	20m
Classe C	37,5m	25m

Subtrações entre dados matriciais (imagens diferença) são largamente utilizados para visualização da distribuição espacial dos erros. Desta forma, o MDT SRTM-3 (~90m) foi subtraído dos MDT SRTM-1 (~30m) obtendo-se um novo mapa em estrutura matricial, com valores positivos nas regiões onde os MDT SRTM-1 (~30m) superestima o MDT SRTM-3 (~90m) e valores negativos nas regiões onde o MDT (~30m) subestima o MDT SRTM-3 (~90m). A partir dos mapas resultantes das subtrações, também foram realizadas análises estatísticas (média, desvio padrão, coeficiente de variação, erro médio quadrático e valor máximo e mínimo e distribuições de frequência de erros) para se avaliar a similaridade dos MDT. Os dados de uso do solo e declividade foram utilizados para analisar o comportamento dos erros obtidos.

Diversos autores (LUDWIG *et al.*, 2006; RABUS *et al.*, 2003) salientam a dependência da qualidade dos dados do SRTM em relação à topografia e uso do solo devido o MDT ser adquirido por interferometria. Foram definidas três classes para análise da relação do uso do solo na qualidade dos dados SRTM: área ocupada, vegetação remanescente e corpo d'água (Figura 3).

Dos 111 pontos de altitude baixados do *site* do IBGE e utilizados neste trabalho, seis pontos de referência de nível e 95 pontos cotados estão em áreas ocupadas, enquanto apenas 10 pontos cotados estão em áreas com vegetação remanescente. Este detalhe torna-se importante na avaliação

dos modelos digitais de elevação, pois os pontos de referência de nível que são de precisão milimétrica e os pontos cotados que são de precisão métrica podem ou não estar em lugares onde a altura da vegetação é desprezível à qualidade dos MDT. A partir do MDT SRTM – 3 gerou-se um mapa de declividade (Figura 4) e o classificou de acordo com o Sistema Brasileiro de Solos (EMBRAPA, 2006). Essa classificação foi utilizada para analisar a influência das inclinações do terreno na qualidade dos Modelos. Pelo o fato de que 78,1% dos pontos cotado e 100% dos pontos de referência de nível estarem localizados em regiões de classe plano e suave ondulado (Figura 4) utilizou-se o mapa resultante da subtração entre o MDT SRTM-3 (~90m) e MDT SRTM-1 (~30m) para a análise da influência da topografia na precisão dos dados SRTM. A porcentagem de cada classe de relevo para a sub-bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte delimitado através do MDT SRTM – 3 é de 18,4% plano, 50,9% suave ondulado, 27,7% ondulado, 2,9% forte ondulado, 0,04% montanhoso e 0,00009% forte ondulado (Figura 4).

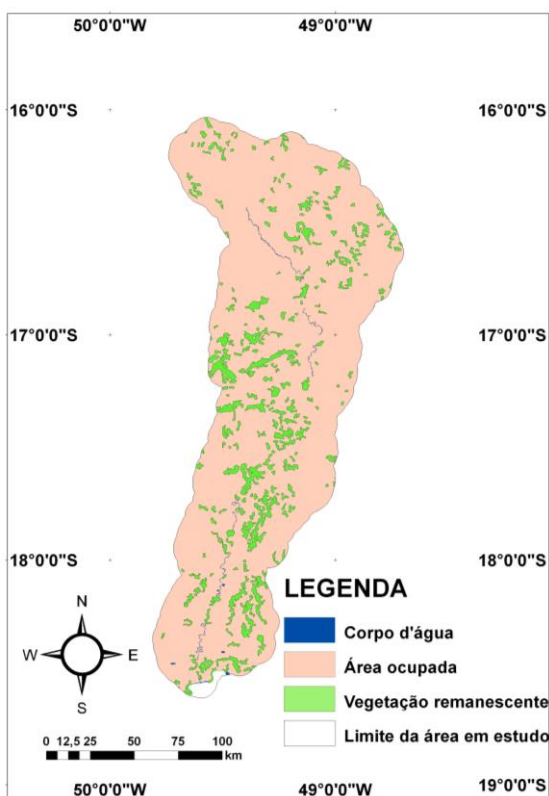


Figura 3 – Distribuição do uso do Solo  
Fonte: SIEG-GO.

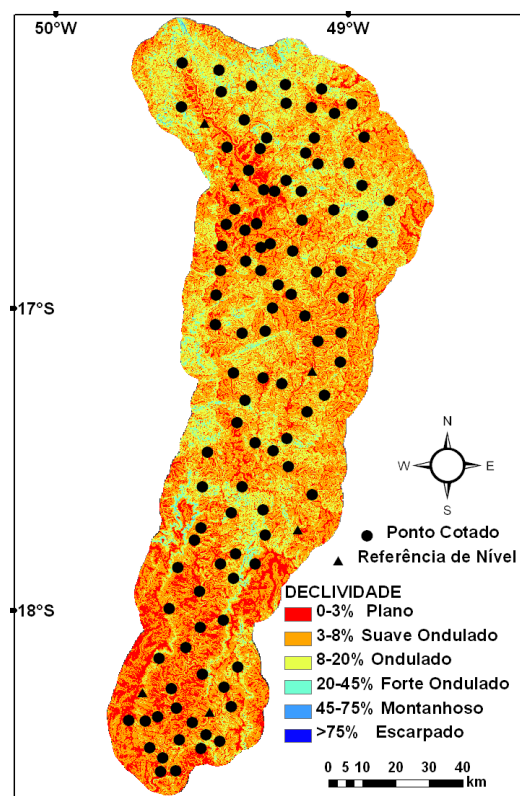


Figura 4 – Mapa declividade em %  
Fonte: SIEG-GO/RELEVOBR.

### 2.3. Análise da Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas

Antes da delimitação automática os modelos SRTM-1 (~30m) e SRTM-3 (~90m) passaram pelo o processo de *Agree* (Figura 5a, 5b, 5c e 5d), ao longo do modelo fazendo com que a delimitação tenha um melhor resultado. Em seguida, utilizou-se a função “*Watershed Delineation Tools*”, da ferramenta *Spatial Analyst/Hydrology/Arcgis 9.3*, para a delimitação automática dos limites das sub-bacias hidrográficas do Rio Meia Ponte a partir dos modelos. Com a aplicação de limiar de valor 1 (um), para os MDT SRTM-1 (~30m) e SRTM-3 (~90m) foi possível delimitar sub-bacias hidrográficas com áreas de aproximadamente 35.000ha.

Após essa delimitação, foi executada uma padronização das áreas das bacias hidrográficas geradas automaticamente, conforme as áreas das Ottobacias (Figuras 6a, 6b e 6c), com vistas a possibilitar a comparação entre a delimitação gerada automaticamente a partir dos modelos e os limites das Ottobacias delimitadas manualmente pela SGM/SIC com base nas cartas topográficas à escala de 1:250.000 elaboradas pelo IBGE.

Foram utilizadas técnicas de análise espacial para comparar a porcentagem de limites coincidentes entre as delimitações geradas automaticamente dos dados SRTM-3 (~90m) e as

geradas manualmente. Executada a padronização, foram criadas cinco zonas de influência (*buffers*), ou seja, uma ampliação do limite da sub-bacia para 100 metros, 200 metros, 300 metros, 400 metros e 500 metros (Figuras 7a, 7b, 7c, 7d e 7e). As zonas de influência foram utilizadas para recortar os limites das sub-bacias dos MDT, sendo então medida a porcentagem de limites das sub-bacias extraídas do MDT dentro de cada zona de influência.

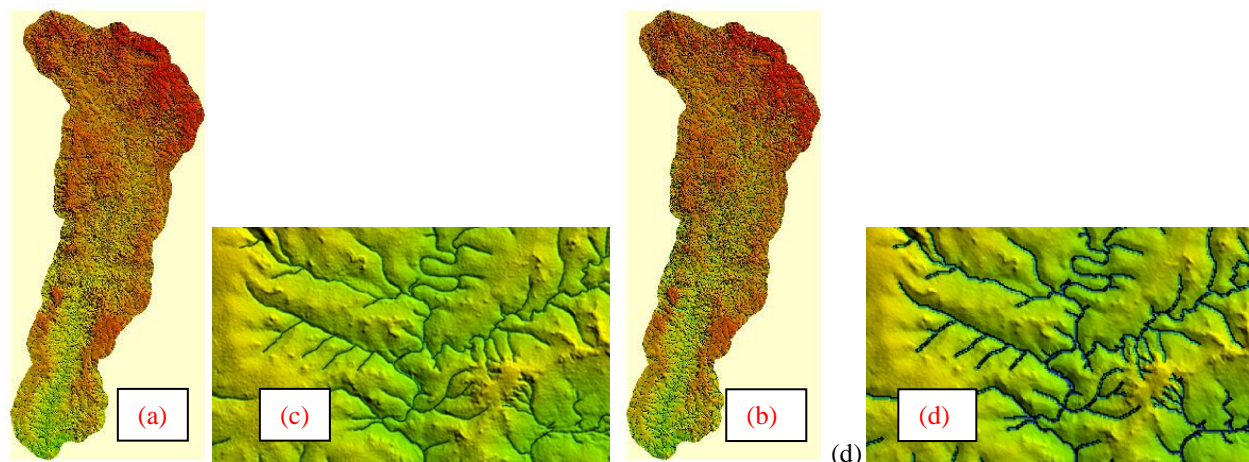


Figura 5 - (a) MDT SRTM-1 (~30m) após técnica Agree; (b) MDT SRTM-3 (~90m) após técnica Agree; (c) Ampliação do MDT SRTM-1 (~30m) após técnica Agree; (d); Ampliação do MDT SRTM-3 (~90m) após técnica Agree. Fonte: INPE/EMBRAPA.

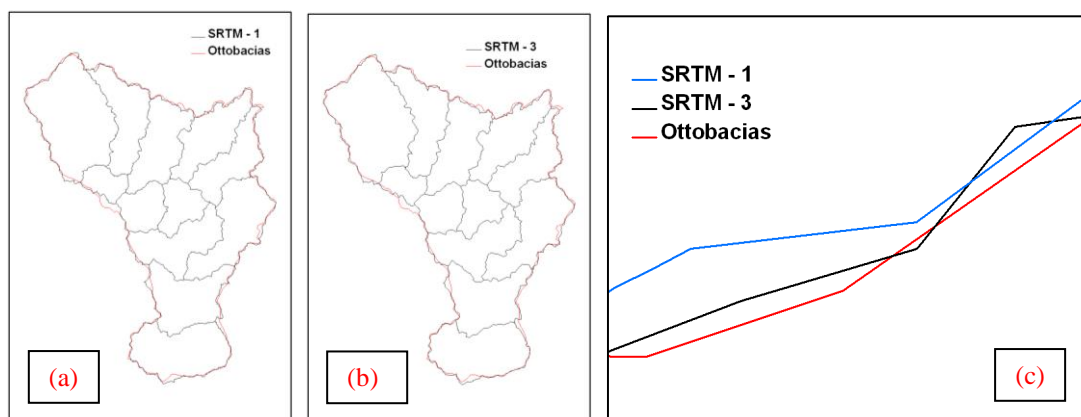


Figura 6 - Comparação entre os limites das Ottobacias e os limites gerados pelos modelos. (a) limite da Ottobacia com o MDT SRTM-1 (~30m); (b) limite da Ottobacia com o MDT SRTM-3 (~90m); (C) limite entre os modelos SRTM-1 (~30m), SRTM-3 (~90m) e Ottobacias. Fonte: SIEG-GO/EMBRAPA/INPE.

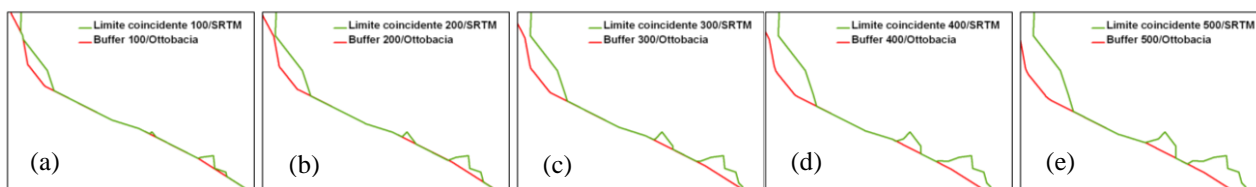


Figura 7 - Limites coincidentes entre as delimitações geradas manualmente, Ottobacias, e geradas automaticamente, Watershad. (a) Limite coincidente entre um *buffer* de 100 metros e o SRTM-3 (~90m); (b) Limite coincidente entre um *buffer* de 200 metros e o SRTM-3 (~90m); (c) Limite coincidente entre um *buffer* de 300 metros e o SRTM-3; (d) Limite coincidente entre um *buffer* de 400 metros e o SRTM-3 (~90m); (e) Limite coincidente entre um *buffer* de 500 metros e o SRTM-3 (~90m).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análises Estatísticas dos Modelos Digitais de Elevação

O MDT SRTM-1 (~30m) apresentou grande similaridade em relação ao MDT SRTM-3 (~90m), conforme se pode observar na Tabela 5. Em relação aos pontos de referência de nível e aos

pontos cotados, e comparativamente aos MDT SRTM-3 (~90m), o modelo SRTM-1 (~30m) apresentou menor valor de erro médio quadrático e desvio padrão (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados estatísticos dos MDT utilizados (metros) e análise das diferenças entre os pontos de referência de nível, pontos cotados e os MDT SRTM - 1 (~30m) e SRTM - 3 (-90m).

	SRTM-3 (~90m)	SRTM-1 (~30m)	SRTM-1 (~30m)	SRTM-3 (~90m)
Média (m)	753,44	753,05	3	6
Desvio Padrão (m)	143,33	143,41	15	18
Coefficiente de Variação (-)	0,19	0,19	4,63	3,11
Valor Máximo (m)	1158	1159	122	124
Valor Mínimo (m)	377	377	-47	-40
EMQ (m)			7	8

Conforme a distribuição de frequência dos erros, calculados a partir das subtrações entre os pontos de referência de nível, pontos cotados e os modelos digitais de elevação é possível notar que a menor dispersão dos erros (em torno da média de 3 metros), ocorre entre o modelo digital de terreno SRTM-1 (~30m) (Figura 8).

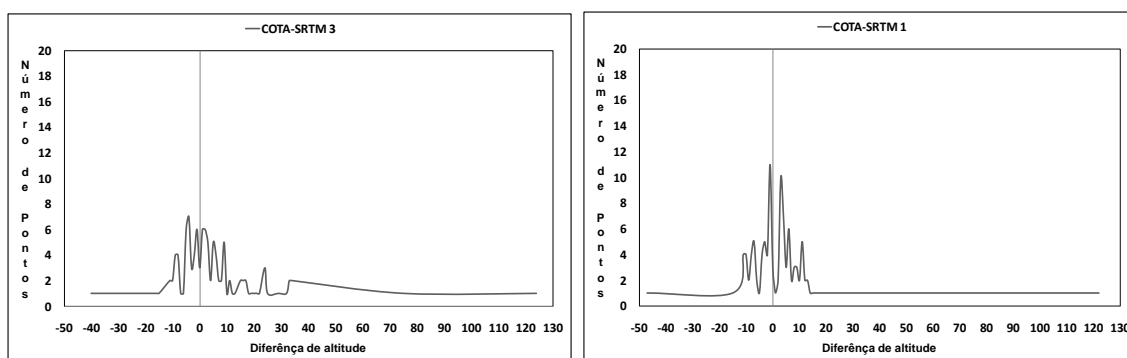


Figura 8 - Distribuições de frequências mostrando as diferenças de altitude entre os pontos de referência de nível, pontos cotado e os modelos digitais de elevação.

As análises por regressões lineares confirmam o excelente ajuste entre os modelos digitais de terreno utilizado, as seis referências de nível do IBGE e os 105 pontos cotados (IBGE) existentes na área de estudo (Figura 9). Os valores do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) acima de 0,99 indicam que quase 100% das células dos modelos digitais de elevação, que geograficamente coincidem com os pontos de referência de nível e os pontos cotados, possuem grandezas compatíveis com aquelas altitudes, além de resíduos de baixa magnitude. É importante observar que a regressão linear entre o SRTM-1 (~30m) e o conjunto de referências de nível e pontos cotados apresentou melhor ajuste.

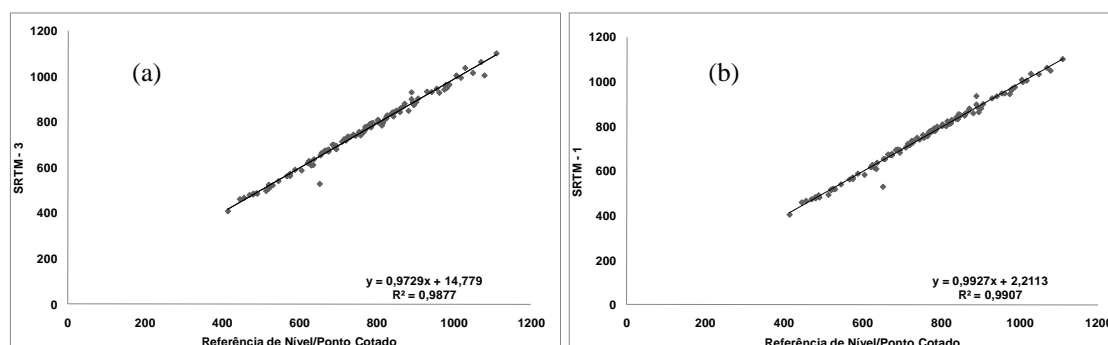


Figura 9 - Resultados das regressões lineares entre os pontos de referência de nível, pontos cotado (x) e os modelos digitais de elevação (y).

Considerando as normas da cartografia nacional, os modelos SRTM-1 (~30m) e SRTM-3 (~90m) atingiram a classe A, ou seja, em relação aos pontos de referência de nível e pontos cotados, 95% dos valores altimétricos do modelo SRTM-1 (~30m) apresentaram incertezas menores que 25 metros, para o SRTM-3 (~90m) foram 92% (Figura 10) e com erro médio quadrático inferiores a 16,6 metros para ambos os modelos. A distribuição das diferenças de altitude entre os MDT são

apresentadas na Figura 10, onde é possível notar que as diferenças entre os MDT SRTM-1 (~30m) e MDT SRTM-3 (~90m) apresentam as menores dispersões.

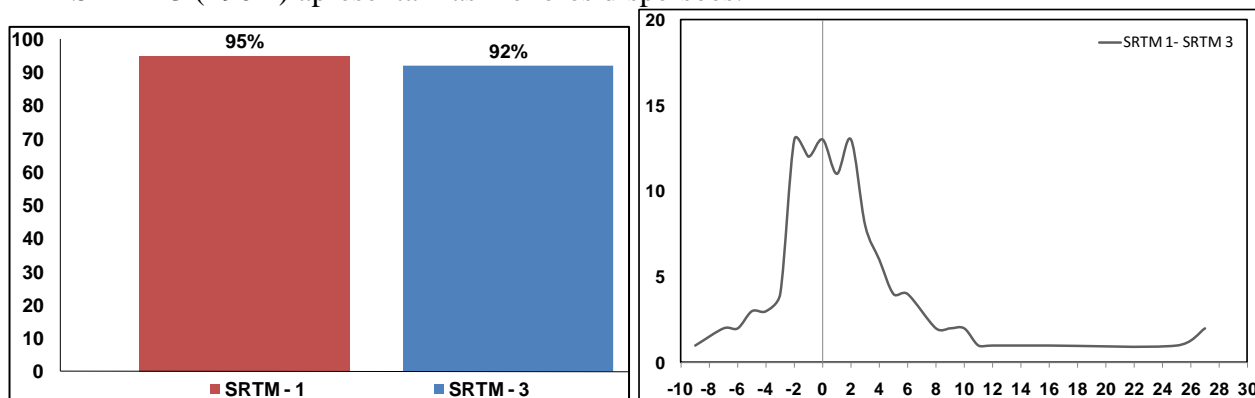


Figura 10 - Porcentagem de altitude entre 0 e 25 metros (em relação aos respectivos MDT) e as distribuições de frequências em relação às diferenças de altitude entre os MDT.

Em todos os resultados dos procedimentos de avaliação anteriormente descritos, o MDT produzido a partir de dados SRTM-1 (~30m) foi o que mais se correlacionou aos 111 pontos de altitude (referência de nível e ponto cotado) distribuídos pela área de estudo. Assim, o SRTM-1 (~30m) foi tomado como referência para a comparação com o SRTM-3. Notam-se na Tabela 3, as diferenças estatísticas entre os MDT apresentaram-se bastante equivalentes. A análise das diferenças entre os 111 pontos de altitude (referência de nível e ponto cotado) e o SRTM-1 com relação ao uso do solo, onde 101 desses pontos de altitude se localizam em áreas ocupadas e apenas 10 pontos em áreas com vegetação remanescente mostrou não haver uma interferência significativa do tipo de uso do solo na qualidade do SRTM-1 (Tabela 3), onde o valor da média, desvio padrão e o erro médio quadrático apresentado não se aproximam para as duas classes de uso de solo.

Tabela 3 - Análise das diferenças entre o MDT e dos das diferenças entre os pontos de referência de nível, pontos cotado e o MDT SRTM-1 (~30m) com relação ao uso do solo.

	SRTM-1 (~30m) - SRTM-3 (~90m)	Área Ocupada - SRTM-1	Vegetação Remanescente SRTM-1
Média	1,70	-3m	-8m
Desvio Padrão	5,79	16m	10m
Coefficiente de Variação	3,40	-1m	-5m
Valor Máximo	27	47m	8m
Valor Mínimo	-9	-122m	-31m
EMQ	6	16m	13m

De acordo com as características do equipamento SAR interferométrico utilizado na missão SRTM, a topografia local é considerada um fator primário para determinar o ângulo de incidência local do sinal do radar, influenciando assim na qualidade do dado gerado. Outra característica do equipamento SAR utilizado na missão SRTM é de que obtêm informações altimétrica de forma contínua da superfície, os MDT SRTM possuem maiores amostragens de informações altimétrica do que as cartas topográficas, onde o relevo é representado somente por curvas de nível e pontos altimétricos (Figura 11a). Os relevos sombreados gerados a partir dos modelos digitais de elevação SRTM (Figura 11b) possibilitam a visualização dessa falta de informação altimétrica entre as curvas de nível, sendo possível observar maior detalhamento das feições dos elementos que compõem a paisagem no relevo sombreado gerado a partir do MDT, o que favorece a obtenção de limites de bacias hidrográficas mais coincidentes com a realidade. Nesse estudo pode-se observar a existência de uma baixa correlação entre o tipo de uso do solo e a qualidade dos dados SRTM-1 (~30m) podendo ser observada através das respectivas distribuições de frequências (Figura 11) dos erros calculados a partir da subtração entre os pontos de referência de nível, pontos cotado e o MDT SRTM-1 (~30m). Conforme os dados mostrados na Tabela 4, pode-se observar um aumento nos valores de desvio padrão e erro médio quadrático em função do aumento na declividade, o que confirma a dependência da qualidade dos dados SRTM em relação à topografia. Em relação à declividade maior do que 45%, não foram possíveis realizar a comparação estatística por não ter

pontos de referência de nível e pontos cotados nessa área. Para a classe de menor declividade, o erro médio quadrático foi de 8 metros, enquanto que para a classe de maior declividade, o erro médio quadrático foi de 18 metros. Um evento isolado nesse estudo é observado na Tabela 4 onde o maior erro ficou na declividade suave ondulado, 19 metros. Através da distribuição dos erros calculados a partir da diferença entre o MDT SRTM-1 (~30m), os pontos de referência de nível e os pontos cotados para cada classe de relevo, são possíveis notar a alta correlação entre o aumento da dispersão dos erros e a declividade do terreno, onde quanto maior a declividade, maior a dispersão (Figura 12).

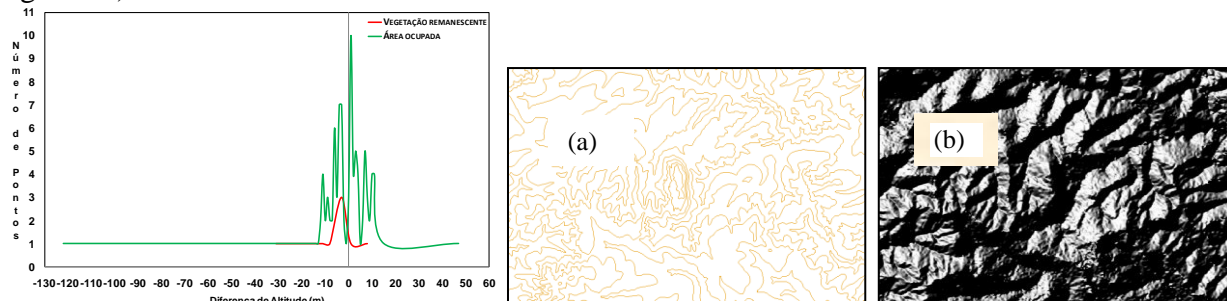


Figura 11 - Diferenças de altitude entre os pontos de referência de nível, pontos cotado e o MDT SRTM-1 (~30m) com relação ao uso do solo. a) curvas de nível da base cartográfica 1:100.000; b) relevo sombreado, elevação solar 45° e azimute solar 315° gerado a partir do MDT SRTM.

Tabela 4 - Análise das diferenças entre o MDT SRTM-1 (~30m) com relação à declividade.

	0% - 3%	3% - 8%	8% - 20%	20% - 45%	45% - 75%	>75%
Média	-0,90	-8,00	-7,71	-11	0	0
Desvio Padrão	9,49	25,31	17,16	14,76	0	0
Coefficiente de Variação	-10,55	-3,16	-2,23	-1,34	0	0
Valor Máximo	15	11	47	8	0	0
Valor Mínimo	-21	-122	-31	-28	0	0
EMQ	8	19	18	18	0	0

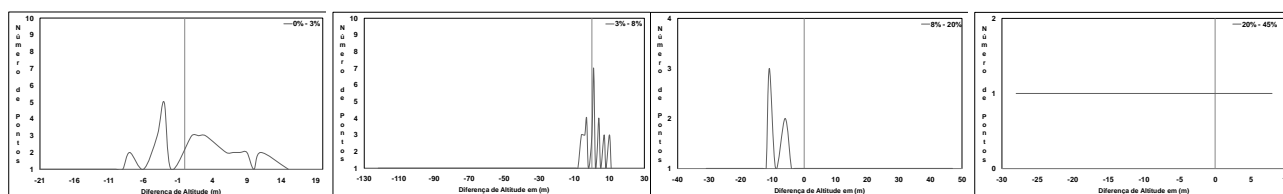


Figura 12 - Distribuições de frequência mostrando as diferenças de altitude entre o MDT SRTM-1 (~30m) e os pontos de referencia de nível e os pontos cotados com relação à declividade.

As delimitações automáticas geradas a partir dos modelos digitais de elevação SRTM-1 (~30m) e SRTM-3 (~90m) apresentaram boa simetria em relação à delimitação gerada manualmente pela SGM/SIC, tendo o MDT SRTM (~30m) um melhor desempenho nas cinco zonas de influência utilizadas, conforme se pode observar na Tabela 5. Sendo assim, os valores apresentados na Tabela 5 podem ser considerados satisfatórios, haja vista que dois milímetros na carta topográfica na escala de 1:250.000 (equivalente a 500m) é um erro possível de ocorrer na delimitação manual, devido a falta de informação de altitude entre as curvas de nível, o que aumenta a subjetividade no traçado do limite da bacia hidrográfica. MEDEIROS *et al.*, (2009), em seu estudo, também observou a correspondência entre os limites das Ottobacias e os limites gerados a partir dos MDT SRTM-3, principalmente nas regiões mais planas. Um maior detalhamento do estudo apresentado neste trabalho pode ser encontrado em Goularte (2010).

Tabela 5 - Porcentagem de limites de Ottobacias dentro de cada zona de influência dos limites gerados a partir dos MDT.

ZONA (km)	100	200	300	400	500
SRTM- 1	98,937%	99,311%	99,545%	99,686%	99,782%
SRTM- 3	98,904%	99,279%	99,528%	99,681%	99,782%



#### 4. CONCLUSÃO

O modelo SRTM-1 interpolado obteve melhor desempenho em comparação ao modelo SRTM-3, com erro médio quadrático inferior quando comparado com as altitudes de referência utilizadas que foram as referências de nível e pontos cotados do IBGE. A qualidade dos modelos SRTM não apresentou variações significativas em função do tipo de cobertura e uso do solo. Por outro lado, a precisão destes modelos é altamente correlacionada à declividade. Para a literatura, o modelo SRTM possui melhor precisão altimétrica em regiões com declividade superior a classe plana. Mas, para a área aqui estudada, bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, o modelo comportou-se de modo contrário, onde quanto maior a declividade menor a precisão. Comparativamente à delimitação gerada a partir do SRTM-3, o uso do SRTM-1 resultou em uma delimitação mais precisa dos limites, ainda que em termos gerais, os resultados tenham sido bastante similares. As regiões com baixa declividade resultaram em menor simetria entre os limites gerados e os limites das Ottobacias.

#### AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Empresa Pública do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento.

#### REFERÊNCIAS

- CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G.; MARCUZZO, F. F. N. Distribuição Temporal e Tendência de Precipitação no Bioma da Mata Atlântica do Estado de Goiás. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados. **Anais...** Dourados: Programa de Pós-Graduação em Geografia e o Curso de Graduação em Geografia da UFGD, 2011. v. 1. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg\\_aVgOaEwzY3FzY3ZtaVE/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOaEwzY3FzY3ZtaVE/view?usp=sharing)>. 25 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Caracterização da temperatura do ar no Estado do Goiás e no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Climatologia*. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, p. 119 a 134, 2012. Disponível em: <[http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revista\\_aabclima/article/view/28923/20850](http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revista_aabclima/article/view/28923/20850)>. Acesso em: 25 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica (UFRR)*, v. 8, p. 40-55, 2014. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/actageo/article/view/1384/1480>>. 25 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R. Mapeamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica da região metropolitana de Goiânia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. v. 1. p. 4594-4601. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1354.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F.; ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Detalhamento areal da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD ROM. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg\\_aVgOYTFfN\\_FJ6QkdqM1E/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOYTFfN_FJ6QkdqM1E/view?usp=sharing)>. Acesso em: 22 set. 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F.; ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Descrição da linearidade da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD ROM. Disponível em: <[https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg\\_aVgOM2ctRjN\\_UUWhUZDg](https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgOM2ctRjN_UUWhUZDg)>. Acesso em: 22 set. 2015.
- COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 5, p. 87 a 100, 2012. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/291/254>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- GOULARTE, E. R. P. **Delimitação automática e análise morfométrica da área de drenagem da estação fluviométrica “Montante Goiânia”**. 2010. 44 f. TCC (Graduação) - Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Coordenação da Área de Geomática, Goiânia, 2010. Disponível em:

<https://onedrive.live.com/redirect?resid=48404C05B611FFB!366&authkey=!ALzxRDxke0MzthU&ihint=file%2cpdf>>. Acesso em: 23 set. 2015.

GOULARTE, E. R. P.; MARCUZZO, F. F. N.; MACEDO, F. C. Estudo Hidromorfométrico da Área de Contribuição da Bacia Hidrográfica a Montante de Goiânia/GO. **Revista GeoAraguaia**, v. Edição, p. 147 a 162, 2013. Disponível em: <<http://revistas.cua.ufmt.br/revista/index.php/geoaraguaia/article/viewArticle/470>>. Acesso em: 14 out. 2014.

KOEFENDER, A. **Regionalização das vazões Q95%, Q50% e Q7,10 da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí**. 2015. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, UFRGS/IPH, Porto Alegre, 2015b. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/40514>>.

KOEFENDER, A.; MARCUZZO, F. F. N. Análise de diferentes MDE no cálculo de área de drenagem e perímetro de estações fluviométricas na sub-bacia 76. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21, 2015b, Brasília. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 1-8. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg\\_aVgOZIN4UF9WdVFHSWc/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/0B6T7sNg_aVgOZIN4UF9WdVFHSWc/view?usp=sharing)>.

LUDWIG, R.; SCHNEIDER, P. Validation of digital elevation models from SRTM X-SAR for applications in hydrologic modeling. **ISPRS J. of Photog & Remote Sing**, v.60, p. 339-358. 2006.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F. Hipsometria da sub-bacia 17 na região hidrográfica do rio Amazonas. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD ROM. Disponível em: <[https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg\\_aVgOOQ2FEZ0lOaEJQTE0](https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgOOQ2FEZ0lOaEJQTE0)>. Acesso em: 22 set. 2015.

MEDEIROS, L. C., FERREIRA, N. C., FERREIRA, L. G. **Avaliação de Modelos Digitais de Elevação Para Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas**. Revista Brasileira de Cartografia No 61/02, (ISSN 0560-4612). 2009.

MELATI, M. D. **Regionalização das vazões Q95%, Q50% e Q7,10 para a sub-bacia do Taquari-Antas**. 2015. 129 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, UFRGS/IPH, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/0B\\_S3etRxlvYzVjBTSjlaek9NMWc/view?ts=560a9ffc](https://drive.google.com/file/d/0B_S3etRxlvYzVjBTSjlaek9NMWc/view?ts=560a9ffc)>. Acesso em: 29 set. 2015.

MELATI, M. D.; MARCUZZO, F. F. N. Modelos digitais de elevação na delimitação automática das sub-bacias do rio Taquari-Antas no Rio Grande do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. (SBSR), 2015, João Pessoa, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. 1 DVD. Disponível: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0075.pdf>>. 23 set. 2015.

MELLO, L. T. A. DE; TRINDADE, M. C.; MARCUZZO, F. F. N. Caracterização da Qualidade das Águas do Principal Rio da Região Metropolitana de Goiânia. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2011. v. 1. p. 1-18. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/6f0d9b77f5bf9a28698c1dd838cd763e\\_46b6c9fd390b384fce011717537a684a.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/6f0d9b77f5bf9a28698c1dd838cd763e_46b6c9fd390b384fce011717537a684a.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2015.

PINTO FILHO, R. DE F.; CARDOSO, M. R. D.; ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo da Linearidade da Sub-Bacia 63 na Região Hidrográfica do Paraná. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD ROM. Disponível em: <[https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg\\_aVgOcURoeWFIQTR2Q2c](https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgOcURoeWFIQTR2Q2c)>. Acesso em: 22 set. 2015.

ROMERO, V.; CARDOSO, C. C.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROSO, R. G. Correlação da variação da temperatura na parte sul do oceano Atlântico com a precipitação pluviométrica no estado de Goiás. **Ciência e Natura**, v. 35, p. 232-245, 2014. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/6f0d9b77f5bf9a28698c1dd838cd763e\\_46b6c9fd390b384fce011717537a684a.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/6f0d9b77f5bf9a28698c1dd838cd763e_46b6c9fd390b384fce011717537a684a.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2015.

ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F.; MARCUZZO, F. F. N. Análise Hipsométrica da Sub-Bacia 63 na Região Hidrográfica do Paraná. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD ROM. Disponível em: <[https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg\\_aVgOLThoQmhyelNHUOU](https://drive.google.com/open?id=0B6T7sNg_aVgOLThoQmhyelNHUOU)>. Acesso em: 22 set. 2015.