

## Implementação de ferramenta para Controle de Qualidade Cartográfica no software QGIS

Patrícia dos Santos Teixeira <sup>1</sup>, Afonso de Paula dos Santos <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa (UFV)  
Viçosa – MG – Brasil

{patricia.s.teixeira, afonso.santos}@ufv.br

**Abstract.** *One of the areas of research in spatial data quality is the evaluation of positional accuracy based on linear features. Hence, this work aimed to implement Area methods (Epsilon Band) as well as Double Buffer methods on QGIS process modeler environment in order to generate accessible tools for positional quality control in spatial data.*

**Resumo.** *Uma das áreas de pesquisa no controle de qualidade cartográfica é a avaliação da acurácia posicional a partir de feições lineares. Assim, este trabalho teve como objetivo implementar os métodos das Áreas (Banda Épsilon) e do Buffer Duplo no ambiente do modelador de processos do QGIS, de modo a gerar ferramentas acessíveis para o controle de qualidade posicional em dados espaciais.*

### 1. Introdução

Como consequência do avanço tecnológico, houve, nos últimos anos, uma evolução e popularização da Cartografia. Há uma maior quantidade de dados e produtos cartográficos disponíveis em plataformas acessíveis e seu uso está cada vez mais comum. Isto gera duas necessidades: a garantia de produtos cartográficos com qualidade e padronizados [Lunardi et al. 2012].

Uma das formas utilizadas para verificar a qualidade desses produtos é aplicando o Controle de Qualidade Cartográfica (CQC). Para isso, existe a ISO 19157:2013 (Informação Geográfica - Qualidade dos Dados) e, no Brasil, o Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, bem como a Especificação Técnica de Controle de Qualidade e Dados Geoespaciais (ET-CQDG), criada no âmbito da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE).

A ISO 19157 apresenta os elementos do CQC, que são a Consistência Lógica, a Acurácia Temática, a Qualidade Temporal, a Completude, a Usabilidade e a Acurácia Posicional. Esta última indica o quanto a posição de um dado espacial difere da sua posição no terreno. Segundo [Santos et al. 2016], além da classificação do produto quanto a um padrão de qualidade, um dos principais objetivos do controle de qualidade posicional é identificar as incoerências no produto avaliado, bem como propor soluções para a minimização e/ou a não propagação destas inconsistências.

[Santos et al. 2015] apresentam que para o processo de representação vetorial cartográfica utilizam-se as primitivas gráficas: ponto, linha e polígono; que também podem ser utilizadas na avaliação da acurácia posicional em dados cartográficos. Ressaltam também que desde a década de 1980 trabalhos como de [Lugnani 1986], têm

discutido o uso de feições lineares e polígonos no controle de acurácia posicional, apesar da preferência por metodologia fundamentada em pontos. Além disso, [Santos et al. 2015] comprova a eficiência dos métodos que utilizam feições lineares, como a Banda Épsilon, o Buffer Simples, o Buffer Duplo, a Distância de Hausdorff e a Influência do Vértice.

Considerando a existência de meios para a prática do CQC, é notável que há ainda uma dificuldade na sua implantação, já que não é comumente realizada pelos profissionais dessa área. Isto pode ser explicado por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, e principalmente, pelas dificuldades de tal prática, visto que demanda de um certo tempo e conhecimento para o processamento.

Tendo em vista a possibilidade de aplicação do CQC através dos métodos que utilizam as feições lineares, a criação de uma ferramenta automatizada no software livre QGIS é de significativa contribuição para os usuários e para popularização do CQC.

Assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver ferramentas computacionais a partir do modelador de processos do QGIS de forma a automatizar os métodos das Áreas (Banda Épsilon) e do Buffer Duplo, empregados na avaliação da acurácia posicional de produtos cartográficos, utilizando feições lineares. Posteriormente, os resultados obtidos pelos modelos criados foram comparados com a ferramenta desenvolvida por [Santos et al. 2015] em ambiente ArcGIS.

## 2. Implementação dos métodos de feições lineares no QGIS

Para a implementação dos métodos de análise da acurácia posicional por feições lineares, foi utilizado o modelador de processamento do software QGIS, versão 3.4.4 [QGIS Development Team 2019]. O modelador de processamento do QGIS consiste em uma área de trabalho gráfica que permite ao usuário automatizar processos de maneira dinâmica, tornando possível realizar processos com vários comandos existentes na forma de fluxogramas, permitindo uma fácil compreensão da sua rotina.

As rotinas introduzidas no modelador do QGIS foram baseadas na metodologia exposta no trabalho de [Santos et al. 2015], que descreve em detalhes cada método aqui abordado.

### 2.1. Método das Áreas (Banda Épsilon)

Observa-se na Figura 1, que o Método das Áreas apresenta três parâmetros de definição (ou de entrada): as linhas de teste, as linhas de referência e a linha de ligação. Essa última une os extremos de cada uma das linhas homólogas de teste e referência, para que se possam agregar todas as linhas em um só plano de informação, usando a ferramenta *Merge*. Em seguida, realiza-se a transformação de todas as linhas em polígonos, aplicando o *Polygonize*. Este procedimento cria polígonos nas áreas fechadas formadas pela junção do conjunto de linhas.

Com os polígonos formados, calculam-se as áreas resultantes de cada polígono, usando o *Field calculator*. Utilizando a mesma ferramenta, obtêm-se os comprimentos das linhas de teste. Por último, aplica-se o *Join attributes by location (Summary)*, para unir o comprimento e a soma das áreas referentes a cada linha na mesma tabela de atributos, para então realizar-se o cálculo final, dividindo o somatório da área pelo comprimento, de cada uma das linhas.

O cálculo final também é realizado no *Field Calculator*, como observa-se na Figura 1. Tem-se como resultado o valor da Banda Êpsilon para cada linha teste. Esse valor é usado como medida de discrepância posicional entre as linhas. O resultado do método é encontrado no campo “Epsilon” da tabela de atributos da *layer* resultante.

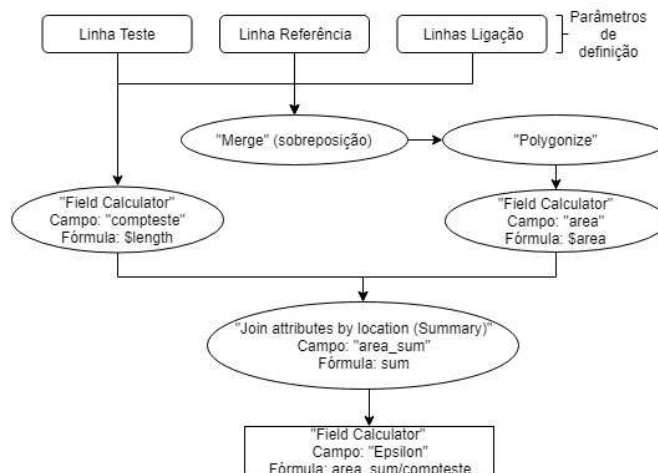


Figura 1. Modelo gerado no QGIS para o método da Banda Êpsilon.

## 2.2. Buffer Duplo

Percebe-se na Figura 2, que o Método do Buffer Duplo apresenta três parâmetros de definição (ou de entrada): a linha de teste, a linha de referência e a largura do buffer. Esse último possibilita que o usuário entre com o valor do buffer, que [Santos et al. 2015] propõem utilizar o valor do PEC para uma posterior classificação do produto de acordo com o Decreto nº 89.817. Esse valor é utilizado para aplicar o buffer tanto na linha de referência quanto na linha teste.

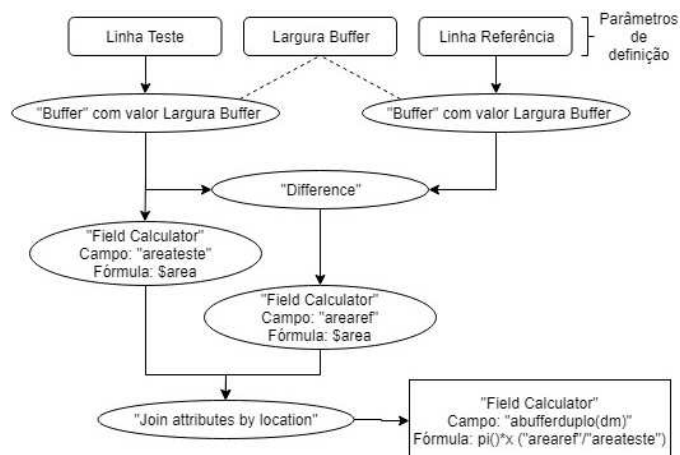


Figura 2. Modelo gerado no QGIS para o método do Buffer Duplo.

Neste caso, são calculadas duas áreas, usando o *Field Calculator*. Uma área decorrente do buffer da linha de teste, e outra decorrente da diferença entre o buffer da linha de teste e o buffer da linha de referência, essa última obtida pela ferramenta *Difference*.

Em seguida, une-se o resultado obtido em uma tabela, usando o *Join attributes by location*, e calcula-se então o valor da discrepância média (*dmi*), para cada linha teste através do *Field Calculator*, aplicando a equação apresentada em [Santos et al. 2015]. O resultado do método é encontrado no campo “bufferduplo(dm)” da tabela de atributos da *layer* resultante.

### 3. Aplicação Prática

Com as rotinas prontas, foram realizados testes para comparação dos resultados. Para isso, os valores obtidos com a ferramenta automatizada no QGIS foram comparados aos valores obtidos com a aplicação da ferramenta criada por [Santos et al. 2015], aplicada ao software ArcGIS. Esta última ferramenta foi utilizada como referência no processo de comparação.

A área de estudo, apresentada na Figura 3, compreende uma região entre as cidades de Viçosa e Coimbra, no estado de Minas Gerais. Os dados utilizados na entrada dos modelos foram os mesmos do trabalho de [Santos et al. 2015], onde foi analisada a acurácia posicional planimétrica de uma ortoimagem Ikonos na bacia do ribeirão São Bartolomeu, utilizando como padrão o Decreto n° 89.817 para a escala 1:10.000.

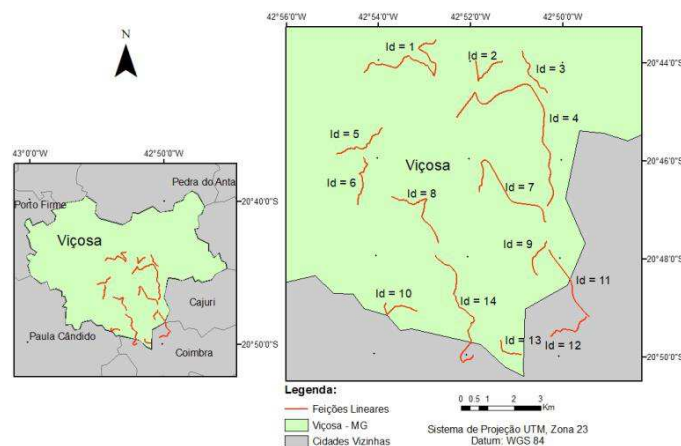


Figura 3. Área de estudo e feições lineares utilizadas para validação da ferramenta desenvolvida no QGIS.

### 4. Resultados

A ferramenta automatizada para avaliação da acurácia posicional em feições lineares no software QGIS, é disponibilizada em um arquivo compactado na página [www.geopec.com.br](http://www.geopec.com.br).

O arquivo compactado contém uma pasta com 5 arquivos de modelos do QGIS, cada um referente à um método de feição linear, incluindo o Método das Áreas e o Buffer Duplo. Ainda no arquivo compactado, encontra-se as instruções para instalação da ferramenta no QGIS.

Após instalação, ao iniciar o QGIS a ferramenta desenvolvida é apresentada automaticamente na opção dos *models*, como mostra a Figura 4.

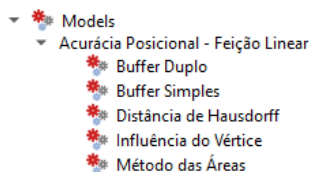
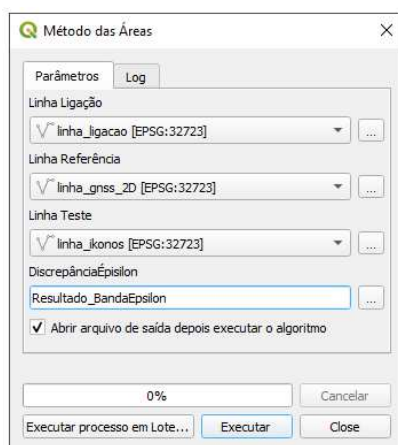


Figura 4. Ferramentas desenvolvidas no QGIS.

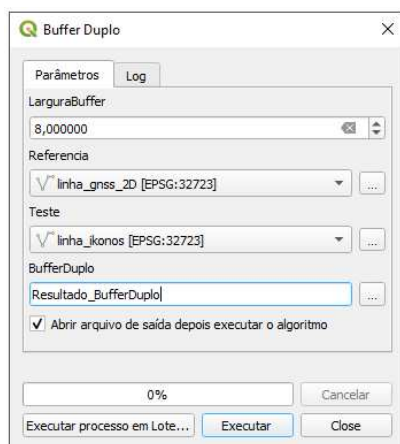
A interface gráfica do modelo do Método das Áreas (Banda Épsilon), bem como a tabela comparativa dos resultados obtidos são apresentadas na Figura 5. A última coluna da tabela apresenta o módulo da diferença entre os resultados obtidos a partir do ArcGIS e QGIS.



Modelo ArcGIS		Modelo QGIS		Diferença entre os modelos (m)
Id	eband(m)	Id	Epsilon(m)	
1	2,6661	1	2,6650	0,0010
2	2,8509	2	2,8503	0,0006
3	3,0460	3	3,0452	0,0008
4	2,8582	4	2,8576	0,0006
5	3,3136	5	3,3130	0,0006
6	2,7458	6	2,7453	0,0005
7	1,9408	7	1,9398	0,0010
8	2,1379	8	2,1375	0,0004
9	2,4422	9	2,4417	0,0005
10	1,1556	10	1,1554	0,0002
11	0,9531	11	0,9528	0,0002

Figura 5. Interface gráfica e resultados do modelo referente ao método das Áreas.

A Figura 6 apresenta a aplicação do Método do Buffer Duplo na ferramenta desenvolvida no QGIS e a comparação dos resultados.



Modelo ArcGIS		Modelo QGIS		Diferença entre os modelos (m)
Id	dm (m)	Id	Bufferduplo (m)	
1	4,2054	1	4,2052	0,0002
2	4,5674	2	4,5685	0,0011
3	4,6164	3	4,6160	0,0004
4	4,5166	4	4,5166	0,0000
5	5,0367	5	5,0372	0,0005
6	4,3072	6	4,3074	0,0002
7	3,0648	7	3,0643	0,0006
8	3,3536	8	3,3539	0,0003
9	3,8485	9	3,8468	0,0017
10	1,9757	10	1,9751	0,0007
11	1,4936	11	1,4938	0,0002
12	3,7246	12	3,7252	0,0007

Figura 6. Interface gráfica e resultados do modelo referente ao método do Buffer Duplo.

Tendo em vista os resultados apresentados, nota-se que o Método do Buffer Duplo apresentou diferenças menores que 2mm entre os resultados obtidos no ArcGIS e QGIS. Já o Método das Áreas (Banda Épsilon) apresentou diferenças inferiores a 1 mm.

As diferenças apresentadas podem ser explicadas pela diferença entre alguns algoritmos, nos dois softwares. Um exemplo é a ferramenta Buffer, que no QGIS e ArcGIS apresentam algoritmos e parâmetros diferentes em sua construção, bem como os algoritmos de cálculos de áreas.

## **5. Conclusão**

A aplicação dos métodos no QGIS resultou em valores próximos aos modelos de [Santos et al. 2015], aplicado no software ArcGIS. As diferenças entre os resultados, de no máximo 2 mm, são insignificantes considerando a aplicação em Cartografia.

Sendo assim, foi possível usar o software livre QGIS para aplicar o CQC, e ainda disponibilizar modelos automatizados para que outros profissionais possam utilizar. Entre os produtos gerados neste trabalho, disponível na página [www.geopec.com.br](http://www.geopec.com.br), tem-se um arquivo compactado (.zip) contendo os modelos e um arquivo (.pdf) de instruções de uso.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a FUNARBE (Fundação Arthur Bernardes) pelo auxílio na pesquisa, no âmbito do programa FUNARPEQ Edição X/2018.

## **Referências**

- Lugnani, J. B. (1986). Estimativa de qualidade para feições digitalizadas: Um novo método. In: Revista Brasileira de Cartografia, no. 39, pp. 26-29, 1986.
- Lunardi, O.A., Penha, A.L.T., Cerqueira, R.W. (2012). O Exército Brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, p. 1–8. Recife, Brazil.
- QGIS Development Team. (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <https://qgis.org>
- Santos, A.P.; Medeiros, N.G.; Santos, G.R.; Rodrigues, D.D. (2015). Controle de qualidade posicional em dados espaciais utilizando feições lineares. In: Boletim de Ciências Geodésicas. sec. Artigos, Curitiba, v. 21, no 2, p.233-250, abr-jun, 2015.
- Santos, A.P.; Rodrigues, D.D.; Santos, N.T.; Gripp Jr., J. (2016). Avaliação da acurácia posicional em dados espaciais utilizando técnicas de estatística espacial: proposta de método e exemplo utilizando a norma brasileira. In: Boletim de Ciências Geodésicas. sec. Artigos, Curitiba, v. 22, no4, p.630-650, out - dez, 2016