



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO
DSG (Sv Geo Mil/1890)**

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 11/2016 – SDT/1ªDL



MICROCONTROLE DA PRODUÇÃO DA VETORIZAÇÃO

1. FINALIDADE

1.1 Este documento visa introduzir o conceito de *Microcontrole*, e apresentar os resultados obtidos na sua utilização na seção de vetorização, mais especificamente na vetorização da classe *Curva de Nível*.

2. INTRODUÇÃO

2.1 Desde 2013, a seção de vetorização da 1ª DL emprega soldados para vetorização da classe *Curva de Nível* no Projeto de Conversão Analógico Digital (PCAD). O controle desta atividade era feito pela forma tradicional, registrando o operador a data de início e fim da vetorização por MI. Neste relatório, tal controle será denominado de *Macrocontrole*, dado que, apenas se controla a conclusão ou não de uma determinada tarefa.

2.2 O principal problema do Macrocontrole é que a aquisição baseada na unidade básica de trabalho (MI) não tem um tempo de duração homogêneo, já que depende da densidade de informações existente na área geográfica da folha. Diferentes densidades de informações por MI não permitem a definição de metas precisas e o controle pelo número de cartas adquiridas não permite a correta comparação entre os operadores.

2.3 Outro problema é que a vetorização de curvas de nível é uma fase demorada, levando, em média, mais de um mês para que um operador conclua o trabalho em uma carta com grande densidade de curvas. Isso implica que a fase de revisão da altimetria, realizada após o fim da vetorização, não possua um fluxo constante de trabalho, já que o tempo de revisão é de uma ordem de grandeza muito menor que o tempo de aquisição. Após a revisão também é necessário devolver a carta ao operador para corrigir os problemas encontrados.

2.4 Em 2015, a 1ª DL migrou da plataforma ArcGIS/MDB para QGIS/PostgreSQL para a atividade de vetorização. A produção em banco de dados permite explorar novos paradigmas de produção e controle, e em 2016, dois novos métodos estão sendo avaliados, a *Microprodução* e o *Microcontrole*. Este relatório foca na descrição do conceito de Microcontrole, na sua aplicação na seção de vetorização e nos resultados obtidos.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 A área de estudo utilizada para teste do Microcontrole na vetorização de curvas de nível foi um conjunto de 36 cartas 1:50.000, que integram o Projeto de Conversão Analógico Digital, conforme apresentado na figura 1.

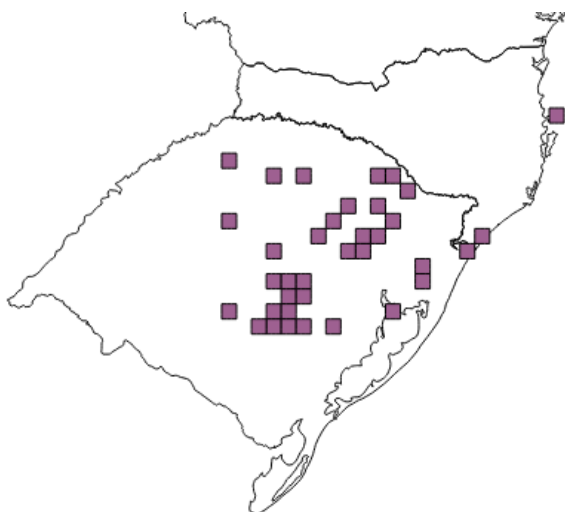


FIG 01 – Área de Estudo

3.2 As figuras 2 e 3 apresentam a disparidade entre a densidade de informações existentes nas cartas contidas na área de estudo, o que evidencia a inconsistência do controle por MI.

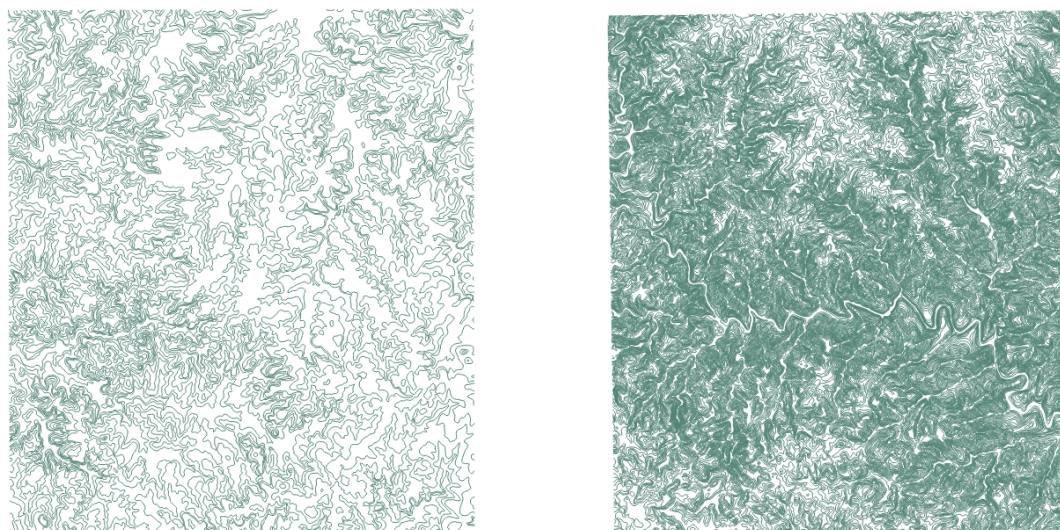


FIG 02 – Comparação entre as curvas de nível do MI 2920-1 (esquerda) e 2951-1 (direita).

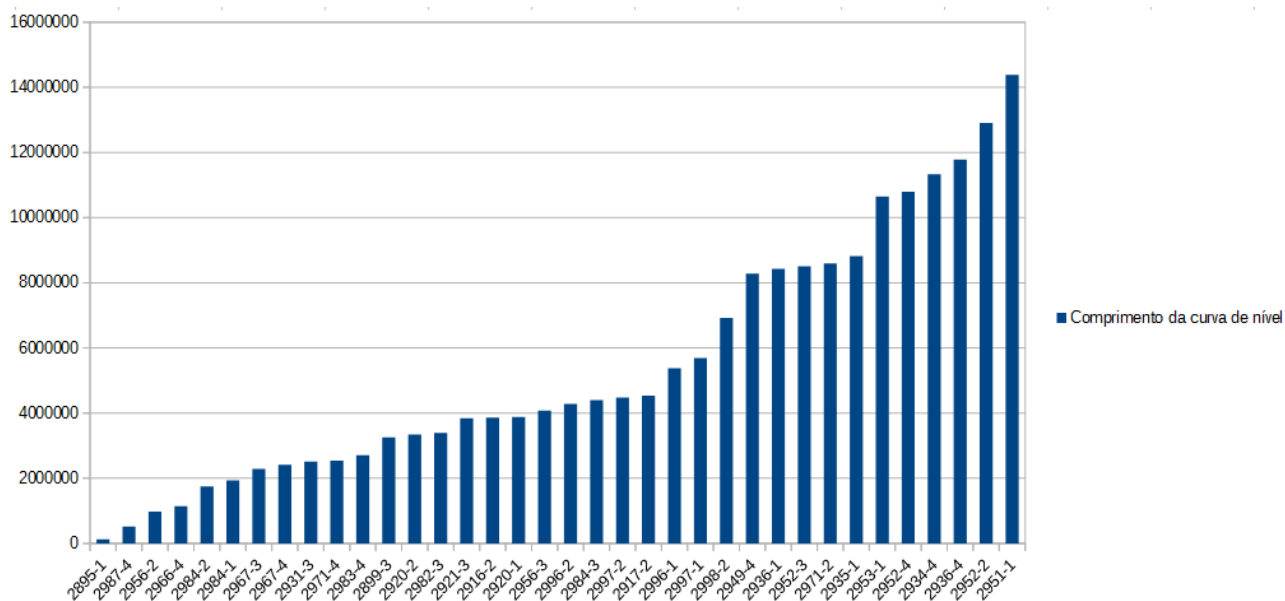


FIG 03 – Gráfico de barras com o comprimento total de curvas de nível por MI.

4. METODOLOGIA

4.1 O conceito de Microcontrole foi idealizado com os seguintes requisitos:

- Métrica de controle independente da densidade de informações do MI;
- Possibilidade de revisão durante o processo de aquisição;
- Transparência na produção da SDT;
- Possibilidade de controle diário.

4.2 Para atender aos requisitos, foram implementados dois sistemas, os *Microcontroles Quantitativo e Qualitativo*. Tais sistemas são somente viáveis devido a utilização de bancos de dados geográficos na fase de aquisição.

4.3 O Microcontrole Quantitativo se preocupa com a produção diária dos operadores. A métrica do comprimento da curva de nível adquirida no dia foi escolhida, pois, a mesma, é independente da densidade de informações do MI, além de estar diretamente relacionada com a atividade de vetorização das curvas de nível. Foram feitos experimentos com outras métricas, como o número de vértices adquiridos no dia, porém, sem refletir tão bem a realidade da produção. No Microcontrole Quantitativo é oferecido quatro tipos de gráfico de acompanhamento da produção:

- Gráfico de produção diária, apresentado na figura 4;
- Gráfico de produção semanal, onde a produção diária é sumarizada por semana;
- Gráfico de horas trabalhadas diárias, onde é utilizado o controle de produção para registrar quantas horas foram trabalhadas por operador por dia. Tal gráfico é importante já que há alta variabilidade de horas de trabalho devido a escala de serviço, atividades de faxina, etc;
- Gráfico de produção diária normalizado pelas horas de trabalho.

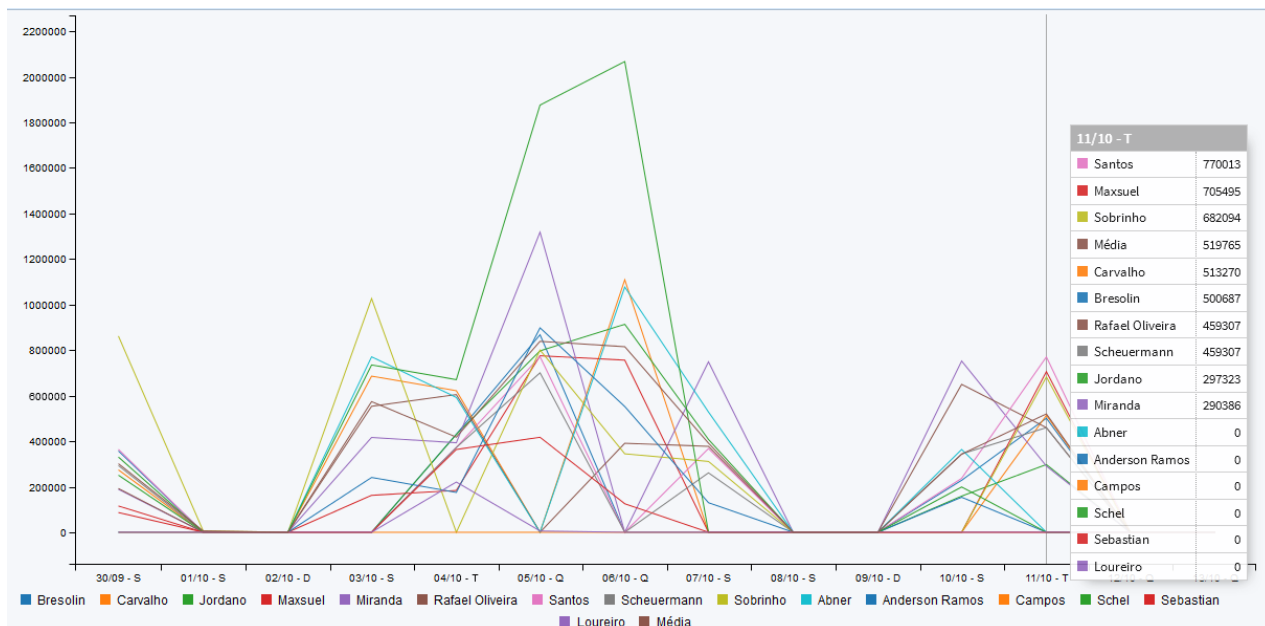


FIG 04 – Gráfico de produção diária.

O controle quantitativo é transparente, sendo acessível por todos na intranet da 1ª DL. Para viabilizar tal controle os seguintes desenvolvimentos foram feitos:

- Criado um serviço em Javascript que verifica o controle de produção 3 vezes ao dia, apontando quais cartas estão sendo trabalhadas no dia atual e executando um script que contabiliza o comprimento total das curvas de nível no banco de dados e subtrai a informação de comprimento total obtida no dia anterior, obtendo assim a produção no dia atual;
- Criada uma interface web com os quatro gráficos e informações sobre qual banco cada operador está conectado.

4.4 O Microcontrole Qualitativo se preocupa com a qualidade do material que está sendo adquirido. Ele se baseia no conceito de revisão contínua, em que a revisão é feita durante a aquisição, e não no final. De modo a viabilizar tal revisão, as seguintes mudanças foram implementadas:

- Adicionado um atributo oculto na curva de nível para registrar a data da última modificação da feição. Tal atributo é preenchido automaticamente utilizando uma trigger no banco de dados;
- Criado um estilo de revisão que permite verificar quais curvas foram adquiridas em cada dia. Tal estilo é importante para o revisor somente focar nas novas feições, já que existem um grande número de elementos na carta;
- Desenvolvido um projeto dinâmico do QGIS em Python que acessa o banco de dados do controle de produção, verifica as cartas que estão sendo trabalhadas nos últimos 10 dias, e adiciona as curvas de nível dessas cartas já com o estilo de revisão.

Na figura 5 está apresentado o estilo de revisão contínua de uma carta em vetorização. Em verde está representado a produção do dia atual, em azul-claro do dia anterior, em azul-escuro de dois dias atrás, e em vermelho de mais de dois dias atrás.

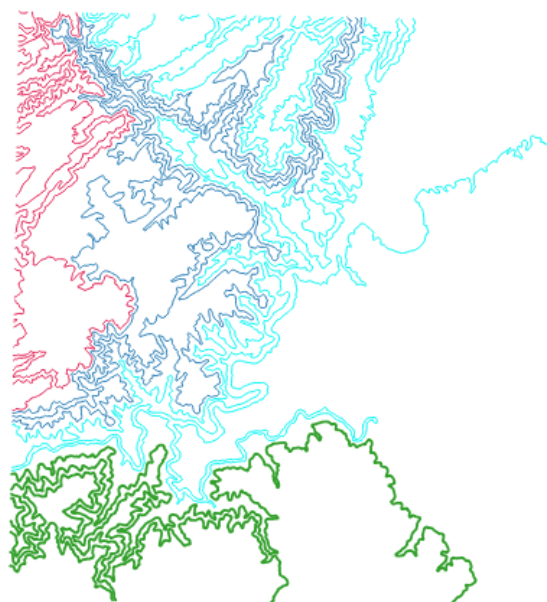


FIG 05 – Estilo de revisão diária

4.5 O acompanhamento da produção foi realizado por 10 semanas utilizando reforços positivos e negativos simples (complementação de produção fora do expediente, possibilidade de utilizar fone de ouvido durante o trabalho, dispensa por cumprimento de meta, etc). Foi dado ao vetorizador acesso aos gráficos de produção diária e dado metas claras de produção.

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 Na figura 6 é apresentado o gráfico semanal de produção, para 15 militares, evidenciando a variação na média de produção (comprimento da curva de nível) nas últimas 10 semanas. Na última semana (42), o trabalho ainda estava em andamento, por isso o valor inferior em relação aos demais.

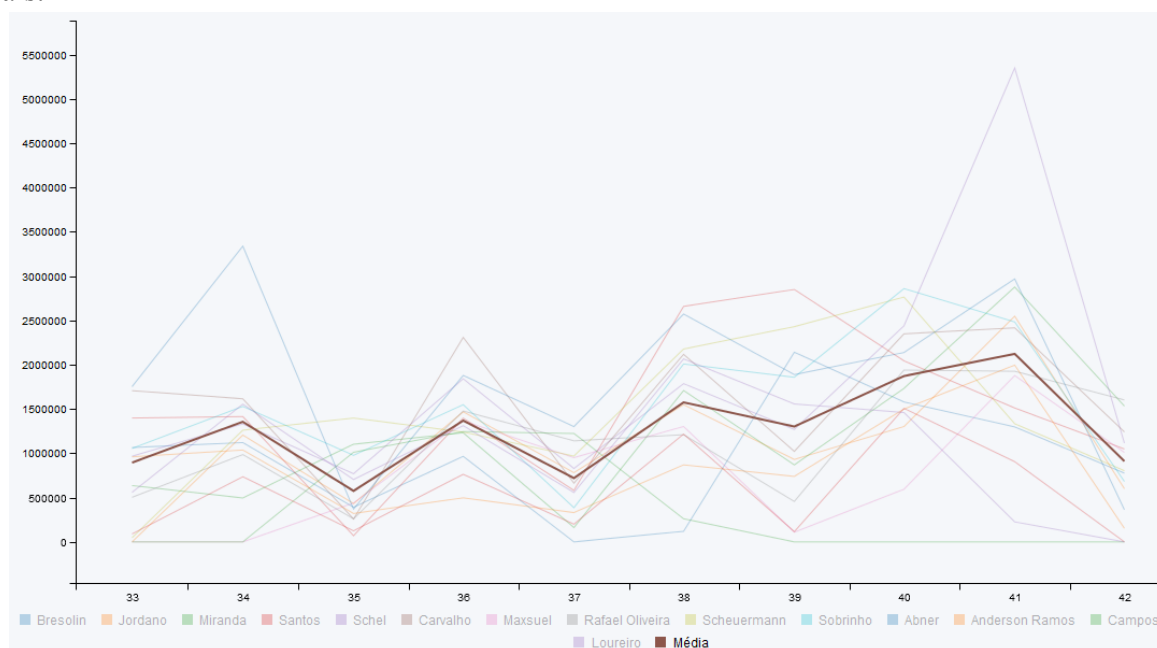


FIG 06 – Média da produção semanal.

5.2 Pode ser verificado que entre a semana 33 e 41 a média de produção subiu de 895056 m para 2121851 m, ou seja, um aumento de 137 %. No gráfico também pode ser percebido a baixa produção nas semanas 35 e 37, que foi motivada pela redução das horas trabalhadas, devido, respectivamente, ao emprego do efetivo de soldados da vetorização para apoiar a participação da 1ª DL na Exposição do Exército (EXPOEx) e aos dias sem expediente na semana do 7 de setembro.

5.3 Também pode-se verificar uma diminuição considerável dos erros utilizando a revisão contínua, além disso, em mais de 70% das cartas, não foi necessário retornar a folha para correção pelo operador.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

6.1 Faz parte do plano de desenvolvimento da 1ª DL a extensão do Microcontrole para outras etapas da produção. Tal conceito é especialmente efetivo com a utilização conjunta da *microprodução*, onde a fase de aquisição é dividida em um grande número de subfases, em que cada uma se restringe a uma ou a poucas classes da ET-EDGV.

6.2 Para a utilização do Microcontrole de forma ubíqua é necessário a definição de diversas métricas para cada uma das subfases da microprodução.

6.3 O próximo teste será na aquisição de Trechos rodoviários no contexto do mapeamento de Santa Catarina na escala 1:25.000. Tal aquisição também será realizada por soldados, e focará apenas na aquisição da geometria, não sendo executada a atribuição. É esperado que o comprimento do trecho rodoviário sirva como parâmetro para o Microcontrole.

7. CONCLUSÃO

7.1 O controle diário e transparente da produção proporcionado pelo Microcontrole tem diversas vantagens, a saber:

- controle independente da densidade de informações da carta;
- possibilidade de acompanhamento diário, semanal e mensal, e não somente ao final da fase de aquisição;
- possibilidade de cada operador comparar a sua produtividade com a dos demais operadores da seção, o que tem implicado no aumento da produtividade individual;
- possibilidade de definição, por parte do gerente da produção, de critérios objetivos para comparação do desempenho dos operadores, funcionando como uma ferramenta de apoio na gestão de recursos humanos (ex: realocação, dispensa e adoção de medidas motivacionais de pessoal);
- revisão contínua dos trabalhos, permitindo ao revisor orientar os operadores quanto ao modo

mais adequado de aquisição, antes que se acumule uma quantidade excessiva de erros que deverão ser corrigidos posteriormente pelo operador.

7.2 A utilização do Microcontrole não exige a utilização do Macrocontrole, já que são utilizados para propósitos diferentes. O Macrocontrole foca no acompanhamento geral do projeto, na distribuição de tarefas, e é diretamente relacionado a unidade básica de trabalho (MI). No Microcontrole é criado um artifício de comparação entre os operadores, e a transparência da produção diária permite ao gerente do processo agir com reforços negativos e positivos para aumentar a produção.

7.3 Durante a utilização do Microcontrole na vetorização de curvas de nível verificou-se um aumento na produção de 137% em 9 semanas. A seção de desenvolvimento da 1ª DL estenderá o controle para outras fases da microprodução.

Porto Alegre – RS, 13 de Outubro de 2016.



Felipe de Carvalho Diniz – 1ºTen
Chefe da Seção de Desenvolvimento
1ª Divisão de Levantamento