



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

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 12/2016 – SDT/1ªDL



PARADIGMA DA MICROPRODUÇÃO

1. FINALIDADE

1.1 Este documento visa introduzir o conceito de *Microprodução* e apresentar os resultados obtidos na sua utilização durante a fase de aquisição do Projeto de Mapeamento de Santa Catarina.

2. INTRODUÇÃO

2.1 A Área de Suprimento Cartográfico (ASC) da 1ª DL é formada por 3.525 cartas 1:25.000, sendo que somente 456 folhas 1:25.000 foram mapeadas (13%). O teto produtivo atual da 1ª DL é por volta de 350 cartas por ano, o que implica que o mapeamento total da ASC da 1ª DL levaria 10 anos de trabalho contínuo para ser concluído.

2.2 A 1ª DL vem fazendo esforços para melhorar seus parâmetros de produção das fases de aquisição, reambulação e validação. Dentre esses esforços incluem: automatização de procedimentos de aquisição, compilação de insumos externos a fim de diminuir o tempo de reambulação e aprimorar métodos de tratamento da geometria com o intuito de diminuir o tempo de validação. A compilação de insumos externos e seu impacto nos parâmetros de produção da reambulação são abordados no Relatório Técnico nº 10/2016 – SDT /1ªDL.

2.3 Uma tentativa de acelerar a aquisição é a reorganização da SDT com base em alguns dos princípios de uma linha de montagem do Sistema Ford [1] e Toyota [2], como: funções parceladas em unidades muito menores, melhora contínua, integração de todos os setores, operadores treinados e qualificados para conhecer todos os processos da produção. A principal mudança seria o parcelamento da aquisição em unidades muito menores, de modo que cada uma pudesse ser padronizada, otimizada, e consequentemente acelerada. Tal método de aquisição será denominado neste relatório por *Microprodução*.

2.4 É importante que, ao diminuir os parâmetros de produção, se certifique que os produtos ainda estejam com qualidade compatível. Esta tarefa tem ficado mais difícil progressivamente, devido a contínua perda de revisores experientes na 1ª DL e devido ao alto tempo de treinamento de um revisor. Isso implica que na fase da revisão também seja necessário uma mudança de metodologia.

2.5 Em 2015, a 1ª DL migrou da plataforma ArcGIS/MDB para QGIS/PostgreSQL para a atividade de vetorização, e posteriormente, em 2016, migrou também a aquisição de forma geral para tal plataforma. A produção em banco de dados permite explorar novos paradigmas de produção e controle, sendo avaliados dois novos métodos, a *Microprodução* e o *Microcontrole*. Este relatório foca na descrição do conceito de Microprodução, na sua aplicação no mapeamento de Santa Catarina e nos resultados obtidos. O conceito de Microcontrole é abordado no Relatório Técnico nº 11/2016 – SDT/1ªDL.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1 A área de estudo utilizada para teste da Microprodução foi um conjunto de 168 cartas 1:25.000 (Bloco 1) parte do Projeto de Mapeamento de Santa Catarina, apresentada na figura 1.

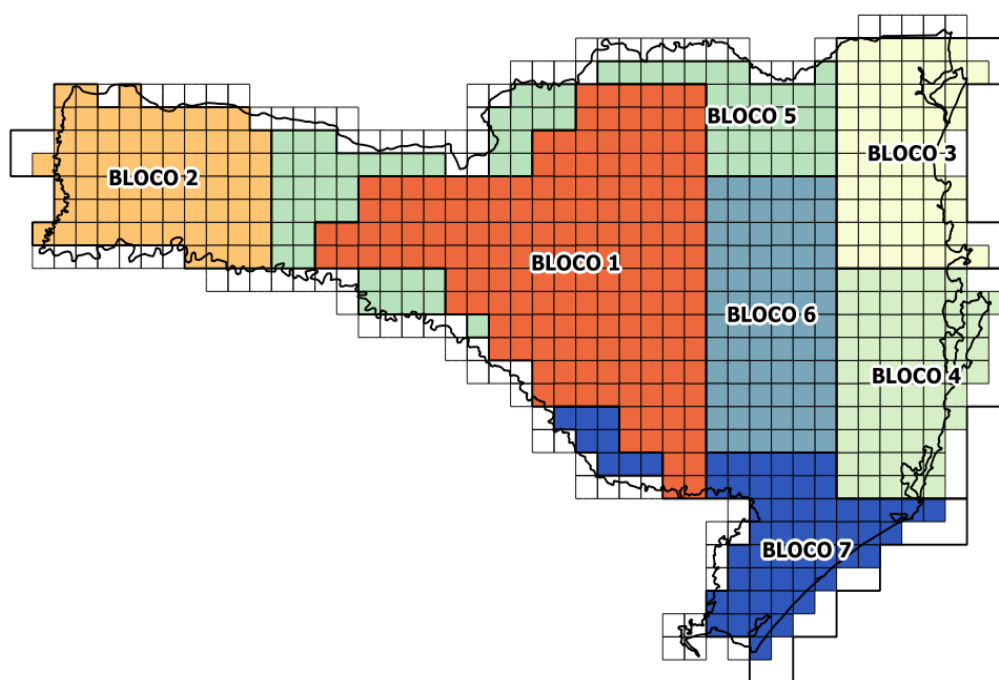


FIG 01 – Área de Estudo (Bloco 1).

4. MICROPRODUÇÃO

4.1 O conceito de Microprodução para aquisição foi idealizado com os seguintes princípios:

- Parcelamento da aquisição em unidades menores (subfases) que abrangem uma ou poucas classes da ET-EDGV, de modo que cada uma pudesse ser padronizada, otimizada, e consequentemente acelerada;
- Manter os operadores bem qualificados com instruções contínuas, sendo todos

habilitados a conhecer todos os processos da aquisição, assim podendo atuar em várias áreas da produção;

- Utilização de controle de qualidade em cada uma das subfases da aquisição como forma de acompanhar e controlar o processo produtivo;
- Sistema de aquisição flexível permitindo paralelização das subfases.

4.2 A operacionalização dos princípios mencionados foi feita da seguinte forma:

- A fase de aquisição foi dividida em dois grupos de subfases apresentados na figura 2 e descritas na tabela 1. As subfases do grupo 2 estão diretamente ligadas com os insumos externos utilizados na produção, descritos no Relatório Técnico nº 10/2016 – SDT /1ªDL;

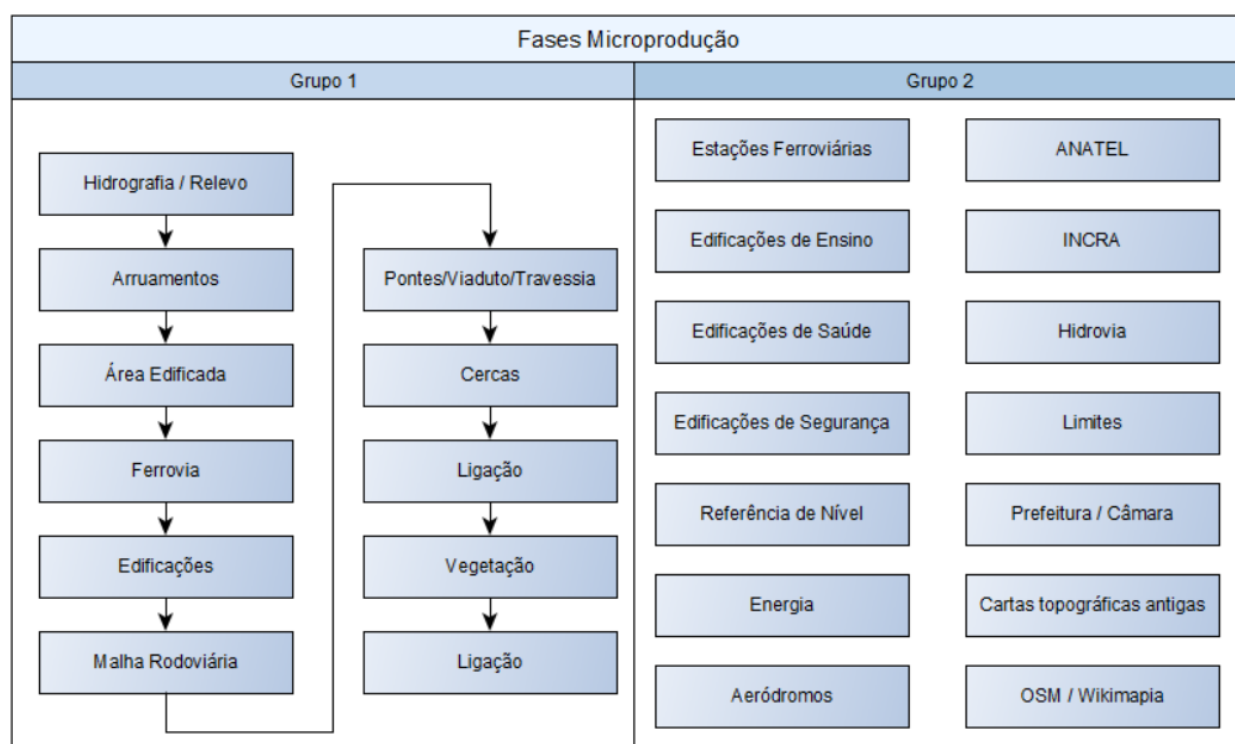


FIG 02 – Subfases da microprodução.

TAB 01 – Descrição das subfases

Grupo	Subfase	Descrição
1	Hidrografia / Relevo	Atribuição das classes <i>Trecho_Drenagem</i> , <i>Trecho_Massa_Dagua</i> , <i>Massa_Dagua</i> , adquiridos através de restituição fotogramétrica. Para preenchimento do atributo nome são utilizadas cartas topográficas antigas. Aquisição/Complementação das classes <i>Barragem</i> , <i>Queda_Dagua</i> , <i>Corredeira</i> .
	Arruamentos	Aquisição/Complementação da classe <i>Arruamento</i> .
	Área Edificada	Aquisição das classes: <i>Localidade</i> e <i>Area_Edificada</i> . A classe área edificada geralmente possui arruamentos como limites de polígono, assim necessitando ser adquirida após os arruamentos.
	Ferrovia	Aquisição das seguintes classes: <i>Trecho_Ferroviario</i> , <i>Tunel</i> (ferroviários), <i>Passag_Elevada_Viaduto</i> (ferroviários).
	Edificações	Aquisição das edificações. Esta aquisição é baseada em técnicas de foteointerpretação, podendo-se em alguns casos identificar edificações de

Grupo	Subfase	Descrição
		abastecimento de água, saneamento, industriais, aviários, pocilgas, sede operacional de fazenda, igrejas, cemitérios, áreas de extração mineral, etc. As edificações que não puderem ser classificadas serão adquiridas na classe genérica <i>Edificacao</i> .
	Malha rodoviária	Aquisição das seguintes classes: <i>Trecho_Rodoviario</i> , <i>Trilha_Picada</i> . Esta fase é executada depois das edificações devido a implementação de uma rotina que encontra edificações isoladas (edificações que não possuem um trecho rodoviário em um raio de 125 metros). Tal rotina garante que não existirá omissão de trechos rodoviários importantes.
	Pontes/Viaduto/Travessia	Aquisição das classes <i>Ponte</i> , <i>Passag_Elevada_Viaduto</i> , <i>Travessia_Pedestre</i> , <i>Travessia</i>
	Cercas	Aquisição da classe <i>Delimitacao_Fisica</i> . A relevância de aquisição desta classe depende do tipo de mapeamento.
	Ligação	Ligação dos elementos adquiridos até o momento.
	Vegetação	Aquisição das classes da categoria Vegetação (<i>Campo</i> , <i>Floresta</i> , <i>Mangue</i> , etc) e da classe <i>Terreno_Exposto</i> . Estas classes são adquiridas com a metodologia de linhas e centroides. Como são utilizados os elementos lineares para definição dos polígonos é necessário a sua ligação na fase anterior.
	Ligação	Ligação da vegetação, para garantir a consistência em seu processo de fotointerpretação.
2	Estações Ferroviárias	Aquisição da classe <i>Edif_Metro_Ferroviaria</i> .
	Edificações de Ensino	Aquisição da classe <i>Edif_Ensino</i> .
	Edificações de Saúde	Aquisição das classes <i>Edif_Saude</i> e <i>Edif_Servico_Social</i> .
	Edificações de Segurança	Aquisição das classes <i>Edif_Pub_Civil</i> , <i>Area_Pub_Civil</i> , <i>Edif_Pub_Militar</i> , <i>Area_Pub_Militar</i> , <i>Posto_Fiscal</i> , <i>Posto_Pol_Rod</i>
	Referência de Nível	Aquisição da classe <i>Pto_Ref_Geod_Topo</i>
	Energia	Aquisição das classes <i>Torre_Energia</i> , <i>Trecho_Energia</i> , <i>Area_Energia_Eletrica</i> , <i>Grupo_Transformadores</i> , <i>Edif_Energia</i>
	Aeródromos	Aquisição das classes <i>Pista_Ponto_Pouso</i> , <i>Edif_Aeroportuaria</i> , <i>Area_Estrut_Transporte</i>
	ANATEL	Aquisição da classe <i>Torre_Comunic</i>
	INCRA	Aquisição da classe <i>Edif_Agropec_Ext_Vegetal_Pesca</i>
	Hidrovia	Aquisição da classe <i>Trecho_Hidroviario</i>
	Limites	Aquisição da classe <i>Limite_Politico_Administrativo</i>
	Prefeitura/Câmara	Aquisição da classe <i>Edif_Pub_Civil</i>
	Cartas topográficas antigas	Aquisição das classes <i>Elemento_Fisiografico_Natural</i> , <i>Nome_Local</i> , <i>Localidade</i>
	OSM/Wikimapia	Aquisição das diversas classes contidas no insumo do OpenStreetMaps e Wikimapia.

- A aquisição de uma subfase somente se inicia quando todas as cartas da subfase anterior estão completas;
- A execução das subfases do grupo 1 e 2 são paralelizáveis;
- Devido ao escopo de cada subfase ser pequeno, elas geralmente tem uma curta duração, o que acarreta em uma constante troca de subfases e distribuição de folhas. De forma a diminuir a complexidade deste controle é recomendável que o trabalho seja dividido utilizando molduras da escala imediatamente menor. Por exemplo, a área de estudo é

composta por 168 folhas 1:25.000, porém ela foi trabalhada na microprodução na divisão das 42 folhas 1:50.000 correspondentes. Esta divisão tem outras vantagens, como diminuir o número de ligações no processo de aquisição, distribuir cartas contíguas para o reambulador também implica na redução dos parâmetros de produção, diminuir o número de ligações no processo de geração de área contínua no Gothic.

4.3 Esta divisão facilita o processo de aquisição, já que sua complexidade é dividida, e o operador somente precisa se preocupar com poucas regras da ET-ADGV de cada vez. Isso tem impacto na velocidade de produção e no número de erros de cada subfase.

4.4 A microprodução é especialmente eficiente com a combinação de metodologias escritas para cada subfase, e de uma reunião explanatória da subfase ao seu início para cada operador. Isso também permite uma melhor combinação com rotinas automatizadas de revisão e é mais fácil lidar com problemas e dúvidas, já que todos os operadores estarão ao mesmo tempo adquirindo uma determinada classe da EDGV.

4.5 O grupo 2 da microprodução (insumos externos) é intrinsecamente paralelizável, o que implica que se pode utilizar uma grande quantidade de operadores para acelerar as subfases desse grupo. O gerente de produção apenas deve coordenar que a subfase de aquisição das edificações do grupo 1 não crie elementos duplicados. Isso pode ser feito priorizando a aquisição de edificações dos insumos externos antes da subfase de aquisição das edificações do grupo 1, ou utilizando rotinas automatizadas para identificar geometrias adquiridas repetidamente.

4.6 O grupo 2 da microprodução segue a ideia da utilização intensiva de insumos externos com a finalidade de diminuir os parâmetros de produção da reambulação. Também o emprego de técnicas de fotointerpretação na subfase da aquisição das edificações tem grande importância em direcionar o reambulador para os locais de maior relevância. E com ambas as medidas sendo aplicadas a carta pode ser utilizada como um produto preliminar, mesmo sem reambulação.

4.7 A peculiaridade do início da próxima subfase somente quando todas as cartas do bloco foram adquiridas implica que todas as cartas do bloco sejam concluídas quase simultaneamente. Com isso o método tradicional de revisão não se torna oportuno, já que não existe um fluxo constante de folhas. A solução encontrada foi substituir a revisão tradicional por uma série de revisões parciais durante todo o processo.

4.8 No sistema de revisão parcial é feita uma distinção de métodos entre erros aleatórios e sistemáticos. Assim são criados os conceitos de *Revisão por Pares* e *Revisão por Amostragem*.

- **Revisão por Pares:** Esse método de revisão foca na identificação de erros aleatórios. Após a conclusão de cada uma das subfases é executada uma revisão pelos próprios aquisitores, revisando os procedimentos daquela subfase de um dos seus companheiros. As revisões são distribuídas de forma que todos possam revisar pelo menos uma carta de cada um de seus companheiros;

Uma das vantagens é o nivelamento do conhecimento, pois todos revisariam as cartas dos seus companheiros, além do que, com um número grande de operadores na aquisição a

revisão por pares será rápida, já que todos são utilizados como “revisores” e pelo fato do escopo da revisão ser pequeno.

As desvantagens são que nem todos tem o perfil e paciência para a revisão, e que uma falha no conhecimento poderia se propagar na revisão. Ambas as desvantagens podem ser mitigadas, já que pelo escopo ser pequeno da revisão, ela pode ser totalmente normatizada em metodologias próprias para cada subfase, e com uma série de instruções e metodologia escritas as chances de erro seriam pequenas.

- **Revisão por Amostragem:** Esse método de revisão foca na identificação de erros sistemáticos. Para complementar a revisão ainda em cada subfase um revisor revisaria algumas cartas, amostradas por operador, para procurar erros sistemáticos, com a finalidade de orientar o aquisitor. Esta revisão é executada após a revisão por pares, assim os erros aleatórios (normalmente por desatenção) já estariam resolvidos. Os erros sistemáticos encontrados são erros conceituais cometidos pelo aquisitor e o revisor por pares da folha.

A vantagem é que desta forma é necessário apenas um pequeno número de revisores experientes, já que não necessitaria revisar todas as cartas, e os erros aleatórios já foram resolvidos antes de iniciar a revisão.

A desvantagem é que métodos por amostragem não garantem a ausência de erros.

Além do sistema de revisão parcial em si, a utilização da microprodução faz com que exista uma rotação constante da folha entre os operadores, o que aumenta a possibilidade de identificar erros. Também é considerado como uma boa prática, a realização de uma breve reunião semanal para enumerar os erros mais comuns encontrados, a fim de nivelar o conhecimento dos operadores.

4.9 O gerente de produção deve planejar cuidadosamente o tamanho do bloco de microprodução, de acordo com a data de saída para a reambulação, devido as cartas do bloco serem concluídas quase que simultaneamente.

4.10 A distribuição de cartas e o controle da produção se tornam mais complexo devido a constante troca de subfases, e a existência de subfases em paralelo. É desejável a utilização de um controle de produção automatizado conforme é utilizado na 1ª DL.

4.11 O processo de microprodução só é viável com a aquisição feita em banco de dados. A aquisição feita com base em arquivos (MDB ou SQLITE) não seria viável, pois não permitiria paralelismo e o controle da transferência de arquivos seria de difícil coordenação.

5. RESULTADOS

5.1 No Projeto de Mapeamento de Santa Catarina, 152 folhas foram adquiridas em 12 semanas de produção. Devido a peculiaridades do método de produção, todas as folhas ficaram prontas simultaneamente na última semana, porém, para fins quantitativos, obteve-se uma produção média de 13,16 folhas por semana. Como foram utilizados 15 militares na aquisição (sem contar com os militares envolvidos no preparo), foi atingida uma média de 0,87 folhas por operador por semana.

5.2 As 152 folhas atualmente se encontram em reambulação. A atividade de reambulação será executada por somente 6 militares, o que dá uma média de 26 folhas por reambulador. Devido a utilização intensiva de insumos externos e das técnicas de fotointerpretação é estimado que a reambulação dure 10 semanas, ou seja, 2,6 cartas 1:25.000 por semana.

Como comparação, o parâmetro de produção tradicional das OMDS/DSG é de 1 carta 1:25.000 por semana, isso implica em uma melhoria na produção de 160%, sem considerar que a densidade de informação em Santa Catarina é alta quando comparada a outros projetos da DSG.

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

6.1 É necessário a contínua otimização e documentação dos procedimentos de cada uma das subfases. A 1ª DL está desenvolvendo uma série de ferramentas e rotinas que auxiliam no processo de aquisição, como, por exemplo, uma ferramenta que permite a aquisição de retas perpendiculares, possibilitando assim a rápida e precisa aquisição de edificações com ângulos retos.

6.2 O conceito de microprodução é especialmente efetivo quando combinado com o microcontrole, que define métodos quantitativos e qualitativos para o controle de produção, proporcionando transparência e métricas independentes da densidade de informações em cada MI.

6.3 A 1ª DL ministrará um curso de técnicas de fotointerpretação para seus integrantes, também iniciando a construção de um catálogo para auxiliar a identificação de objetos na ortoimagem. O processo de fotointerpretação é fundamental na subfase de aquisição das edificações, e tem um impacto direto nos parâmetros de produção da reambulação.

6.4 Conforme descrito no Relatório Técnico nº 11/2016 – SDT/1ªDL, a partir de 2017 serão utilizados soldados para aquisição da geometria dos trechos rodoviários. Isto reduzirá significativamente o trabalho manual/repetitivo feito pelos Topógrafos (aproximadamente 10% do tempo total da carta), podendo, assim, utilizá-los em atividades que necessitam de um maior conhecimento técnico.

6.5 A 1ª DL está fazendo testes com técnicas de classificação orientada a objeto e pós-processamento da classificação para automatizar o processo de aquisição de limites de vegetação. Esta subfase leva cerca de 15% do tempo total da carta (baseado nos parâmetros de produção atuais), e acredita-se que o tempo de aquisição pode ser reduzido significativamente.

6.6 O tamanho do bloco utilizado na área de testes, de 152 folhas 1:25.000, foi considerado grande para um único bloco de microprodução. O próximo ciclo de testes da microprodução será feito com um bloco de 40% desse tamanho e serão comparados os parâmetros de produção.

7. CONCLUSÃO

7.1 O constante treinamento do pessoal e subdivisão de tarefas proporcionada pela microprodução possibilita que, uma maior responsabilidade pode ser dada a cada um dos operadores, atingindo um produto de maior qualidade em um tempo de produção menor.

7.2 A utilização da microprodução no mapeamento de Santa Catarina teve efeitos positivos na produção, permitindo a aquisição de 152 cartas 1:25.000 com alta densidade de informações em 3 meses. A reambulação dessas cartas também é esperada ser executada em um tempo 160% menor que os parâmetros atuais da DSG.

7.3 É estimado que se o efetivo técnico estiver inteiramente voltado para um único projeto de mapeamento da ASC, e com o contínuo desenvolvimento da metodologia, é possível fazer 8 ciclos de Microprodução por ano, totalizando 560 cartas 1:25.000, assim reduzindo o tempo de mapeamento da ASC de 10 para 6 anos.

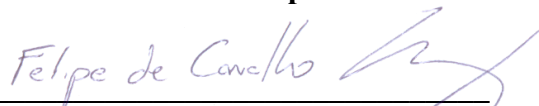
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] FORDISMO, revolução e administração de empresas. Disponível em: <http://www.pucsp.br/~diamantino/Ind.pdf>. Acessado em: 17/10/2016.

[2] TOYOTISMO. Disponível em: <http://www.infoescola.com/industria/toyotismo/>, Acessado em 17/10/2016.

Porto Alegre – RS, 18 de Outubro de 2016.

Elaborado por:

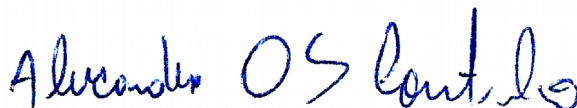


Felipe de Carvalho Diniz – 1º Ten

Chefe da Seção de Desenvolvimento

1ª Divisão de Levantamento

De Acordo:



Alexandre Dantas Soares Coutinho – Maj
Chefe da SDT da 1ª Divisão de Levantamento