

## Harmonização de legendas formalizadas em *Land Cover Meta Language-LCML*

Mariane Souza Reis  
Maria Isabel Sobral Escada  
Sidnei João Siqueira Sant'Anna  
Luciano Vieira Dutra

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{reis,isabel,sidnei,dutra}@dpi.inpe.br

**Abstract.** Many agencies have been producing land cover data with different definition, number and type of classes. In order to compare two data sets created using different legends and/or classification systems, it is necessary to carry out a harmonization process. This work aims to present and evaluate a harmonization process between two Land Cover Meta Language (LCML) formalized legends. To this purpose, two types of land cover legends obtained from maps from satellite images generated for Amazon region were analyzed and had their legends harmonized based on two approaches: 1) considering the semantic meaning of the classes and; 2) considering LCML descriptors and thresholds. The land cover maps generated with optical and SAR data were reclassified considering the harmonized legends proposed and were evaluated in terms of accuracy and agreement of the classes. For this analysis it was necessary to convert the land cover mappings to the same format and projection, and to solve problems of miss-registration. Although the harmonization process has shown to be effective, not all of the classes from TerraClass legend could be harmonized to the classes of the two maps analyzed.

**Palavras-chave:** land cover legends harmonization, SAR and optical image classification, harmonização de legendas, classificação de imagens SAR e ótica

### 1. Introdução

Atualmente, diversas agências de diversos países vêm produzindo dados contendo informações acerca do uso e da cobertura da terra. Estes dados são gerados considerando diferentes objetivos de mapeamento, definições de classes e geram diferentes conjuntos de classes e legendas. Além disso, os dados são representados de diferentes formas e divulgados em diversas resoluções espaciais e/ou formatos. Atualmente, é crescente o número de estudos em áreas amplas, muitas vezes em escalas regionais, que prescindem da utilização de dados de diferentes fontes como entrada para modelos de mudanças de uso e cobertura da terra e análises diagnósticas. Entretanto, para utilizar a informação contida nas bases de dados provenientes de diferentes fontes, de forma integrada, é necessário se pensar na harmonização das classes de cobertura da terra. A harmonização pode ser definida como a intercomparação entre dados coletados ou organizados utilizando diferentes sistemas de classificação e utilizados para tratar de um mesmo assunto (ou conjunto de classes) (Jansen et al., 2008). Além da harmonização das definições das classes, pode ser necessário também considerar aspectos temporais e espaciais (extensão e resolução), a representação do dado (projeção, sistema de coordenadas), as técnicas utilizadas no mapeamento, exatidão e incertezas associadas (Jansen et al., 2008).

Considerando a impossibilidade de se estabelecer um sistema único e padronizado de classes de cobertura da terra, a *Land Cover Meta Language* (LCML) é uma iniciativa da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) que oferece um sistema para a padronização de descritores de classes de cobertura da terra, e não das classes em si, como convencionalmente é feito. A LCML foi proposta como um sistema flexível em que se utilizam classificadores comuns de cobertura da terra para padronizar a forma de descrever as classes, tendo como base a definição quantitativa de elementos fisionômicos e é reconhecida como um instrumento de harmonização entre legendas em diferentes escalas

(MCCONNELL e MORAN, 2000) e entre classes de cobertura da terra provenientes de diferentes sistemas de classificação (KOSMIDOU et al., 2014).

Como os descritores de cada classe são padronizados, acredita-se que o processo de harmonização entre legendas formalizadas por LCML seja mais simples que a harmonização de legendas geradas como subconjuntos de sistemas de classificação baseados em descrições subjetivas das classes. Assim, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um processo de harmonização entre legendas descritas por LCML e provenientes de mapas classificados a partir de diferentes sensores, em uma mesma área de estudo e realizar a comparação e avaliação dos mapeamentos de cobertura da terra resultantes dessa harmonização.

## 2. Materiais e metodologia

Duas legendas descritas por LCML, aplicadas a uma área geográfica comum, foram analisadas. Primeiramente compararam-se essas legendas de forma a definir agrupamentos entre as classes de cada legenda que possibilitassem compará-las. Na sequência, mapas gerados com suas legendas originais foram reclassificados, segundo a legenda harmonizada, e foram comparados. Os dados utilizados e a metodologia de harmonização e de comparação são descritos a seguir.

### 2.1. Legendas descritas em LCML

Duas legendas descritas em LCML foram utilizadas neste trabalho: a legenda adotada pelo projeto mapeamento de Uso e Cobertura da Terra nas Áreas Desflorestadas da Amazônia Legal (TerraClass) e a legenda mais detalhada adotada por Reis (2014), denominada L4 (por se tratar do quarto nível de legenda no estudo mencionado). Ambas as legendas foram utilizadas para mapear o uso e cobertura na Amazônia brasileira. No entanto, o projeto TerraClass contempla toda a Amazônia Legal brasileira (cerca de 5.217.400 km<sup>2</sup>), enquanto o estudo de Reis (2014) foi realizado em uma área relativamente pequena (412 km<sup>2</sup>) ao longo da BR-163, no município de Belterra, no estado do Pará. Ambas as áreas de estudo estão ilustrada na Figura 1, juntamente com alguns limites naturais e políticos. Apesar de a segunda área ser significativamente menor que a primeira, esta apresenta áreas de vegetação secundária, pasto e agricultura, inseridas em uma matriz de cobertura florestal. O projeto TerraClass disponibiliza mapeamentos a cada dois anos, apresentando pequenas alterações das legendas entre alguns anos. Reis (2014) considerou dados de dois anos, 2008 e 2010. As legendas e os mapeamentos realizados para o ano de 2010 serão considerados no presente estudo.

O projeto TerraClass adotou 16 classes de uso e cobertura da terra na legenda de 2010, que são brevemente explicadas na Tabela 1. Reis (2014) adotou 10 classes mapeadas por métodos de reconhecimento de padrões e mais duas classes mapeadas manualmente, descritas na Tabela 2. A legenda criada por Reis foi denominada como L4. Conforme mencionado anteriormente, essas legendas encontram-se descritas em LCML. Para realizar esta definição, é necessário definir um ou mais padrões horizontais (definidos como a distribuição horizontal de uma ou mais coberturas da terra que devem ser representadas independentemente da escala) para a classe e do padrão vertical (regras que descrevem a organização de elementos da cobertura da terra em diferentes estratos, sendo cada estrato um padrão vertical). De forma geral, as classes consideradas “vegetadas” foram definidas em LCML utilizando um padrão horizontal e padrões verticais que descrevem a porcentagem de cobertura e altura de elementos bióticos que compõem as coberturas vegetais de cada extrato (herbáceo, arbustivo e arbóreo). Essas classes estão em negrito nas Tabelas 1 e 2. Um exemplo de classes descritas usando LCML está apresentada na Tabela 3. A formalização das legendas em LCML são descritas em Coutinho et al. (2013) e Reis (2014).

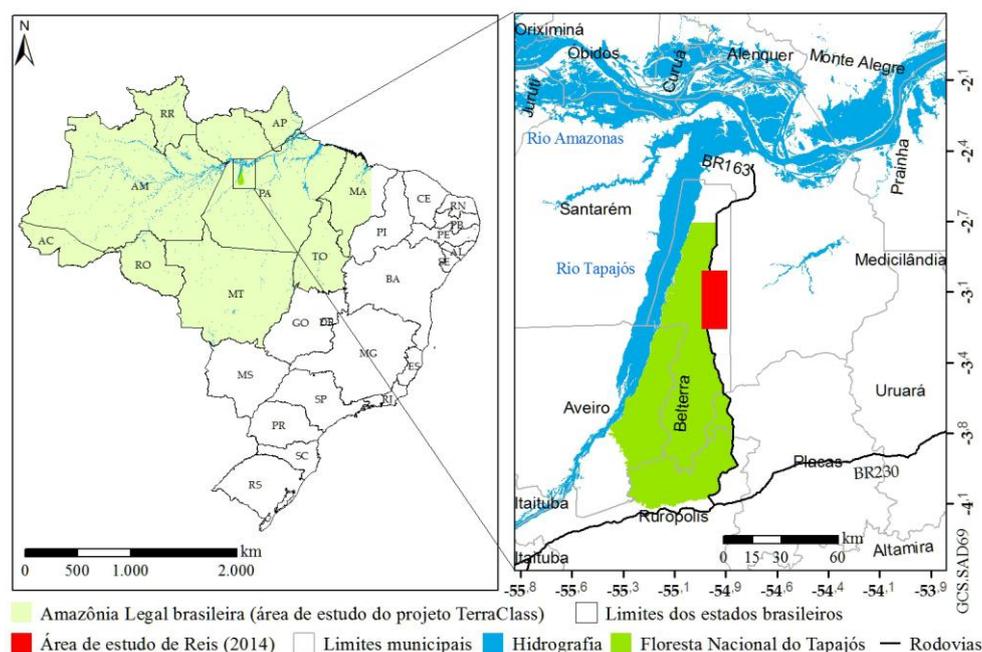


Figura 1. Áreas de estudo do projeto TerraClass e Reis (2014).

Tabela 1. Classes utilizadas no projeto TerraClass (COUTINHO et al., 2013).

Nome	Descrição
<b>Floresta</b>	Floresta primária.
Não floresta	Áreas cuja vegetação nativa não é floresta.
Hidrografia	Corpos hídricos.
Desflorestamento 2010	Áreas mapeadas como desflorestadas pelo PRODES 2010.
Área urbana	Manchas urbanas que apresentam infraestrutura diferenciada da área rural.
Mineração	Áreas de extração mineral com presença de clareiras e solos expostos.
<b>Mosaico de ocupações</b>	Associação de diversas modalidades de uso da terra não discriminadas em função da resolução espacial do dado utilizado.
<b>Agricultura anual</b>	Áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual.
<b>Pasto limpo</b>	Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea.
<b>Pasto sujo</b>	Áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio da vegetação herbácea, associado a presença de vegetação arbustiva esparsa.
<b>Pasto com solo exposto</b>	Áreas que, após o corte raso da floresta e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, apresentam cobertura significativa de solo exposto.
<b>Regeneração com pasto</b>	Áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação nativa.
<b>Vegetação secundária</b>	Áreas que, após a supressão total da vegetação florestal, encontram-se em processo avançado de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea.
<b>Reflorestamento</b>	Áreas reflorestadas, presente apenas a partir dos mapeamentos de 2010.
Outros	Afloramentos rochosos, praias fluviais, bancos de areia entre outros.
Área não observada	Áreas sob nuvens ou sombra de nuvens.

Tabela 2. Classes utilizadas em L4.

Sigla	Nome	Descrição
SE	Solo exposto	Áreas agrícolas de solo exposto.
AP	Área em pousio	Áreas agrícolas em pousio, cobertas por ervas ou palha.
AC	Área cultivada	Áreas agrícolas com cultura presente.
PL	Pasto limpo	Áreas de pasto, cobertas por gramíneas, com presença limitada ou ausência de arbustos e plantas invasoras.
PS	Pasto sujo	Áreas de pasto, com presença significativa de arbustos e plantas invasoras.
VS1	Vegetação secundária (V.S.) inicial	Áreas de vegetação secundária (crescida após o total desflorestamento da área) composta principalmente por herbáceas e arbustos.
VS2	V.S. intermediária	Áreas de vegetação secundária composta principalmente por arbustos e árvores pequenas.
VS3	V.S. avançada	Áreas de vegetação secundária desenvolvida, composta principalmente por árvores com mai de 20 metros e emergentes.
FD	Floresta degradada	Áreas de floresta degradada por coleta seletiva ou fogo.
FP	Floresta primária	Áreas de floresta primária, que apresentam pouca ou nenhuma evidência de alteração.
AGUA	Água	Corpos hídricos.
SI	Sem informação	Áreas sob nuvens ou sombras.

Tabela 3. Exemplos de classes descritas em LCML.

Classe	Tipo de classe	Padrão Horizontal	Padrão Vertical
Regeneração com Pasto (TerraClass) (COUTINHO et al., 2008)	Simples/Pura	-Regeneração em estágio inicial (presença mandatória) -Padrões verticais: 3	- Estrato arbóreo com presença opcional de árvores, com cobertura entre 0 e 15%; -Estrato arbustivo com presença mandatória de arbustos naturais ou seminaturais com presença mandatória, cobertura entre 40 e 70% e indivíduos com altura entre 0,5 e 5 metros; - Estrato herbáceo (gramíneas) representado por pasto com presença mandatória e cobertura entre 30 e 60%.
Pasto Sujo (L4) (REIS, 2014)	Simples/Pura	- Pasto; - Cobertura de 100%; - Ocorrência de 100%.	- Estrato arbóreo de presença opcional com cobertura entre 0 e 10% e alturas entre 3 e 20 metros; - Estrato arbustivo de presença mandatória, com cobertura entre 5 e 50% e altura entre 0,2 e 3 metros; - Estrato herbáceo composto por gramíneas de presença mandatória, com cobertura entre 30 e 80%.

## 2.2. Mapeamentos utilizados

Dois mapeamentos baseados na legenda L4 foram utilizados nesse estudo: TM (L4) e PALSAR (L4). TM (L4) corresponde à classificação da cobertura da terra realizada por meio de classificação supervisionada de uma imagem de 23 de junho de 2010 do sensor *Thematic Mapper* a bordo do satélite LANDSAT5. PALSAR (L4) corresponde à classificação de uma imagem proveniente do sensor *Phase Array L-Band Synthetic Aperture Radar* (PALSAR) do satélite *Advanced Land Observing System* (ALOS), datada de 21 de junho de 2010, obtida no modo *Fine Beam Dual* (FBD), com nível de processamento 1.1. Ambas as imagens foram ortorretificadas e projetadas para UTM/WGS84. Para a classificação, foram utilizadas as bandas 2, 4 e 5 da imagem LANDSAT5/TM, na resolução original (30 m). Dados ALOS/PALSAR (no caso de dados FBD, polarizações HH e HV) foram utilizados em amplitude, amostrados para pixels quadrados de 15 m e com filtro de *speckle* (filtro *Stochastic*

*Distances Nonlocal Means*, proposto por Torres et al., 2014). Parâmetros de filtragem e processos intermediários de processamento dos dados são descritos em Reis (2014).

Ambas as imagens foram classificadas utilizando o classificador de Máxima Verossimilhança (presente no pacote Rasclass do R) e uma metodologia baseada em Monte Carlo. O classificador supervisionado de Máxima Verossimilhança, foi utilizado com amostras das dez classes mapeadas digitalmente (SE, AP, AC, PL, PS, VS1, VS2, VS3, FD e FP) que foram coletadas e divididas em dois conjuntos: treinamento (para treinar o classificador) e teste (para avaliação do resultado da classificação). Cada imagem foi classificada 100 vezes, variando-se o conjunto de treinamento. Para dados LANDSAT5/TM, 300 pixels de cada classe foram selecionados aleatoriamente para classificação. Para dados ALOS/PALSAR, foram sorteados 1200 pixels por classe (em função da resolução espacial e quantidade mínima de amostras). Nas classificações utilizadas, cada pixel recebe a classe mais frequente atribuída àquele pixel no conjunto de 100 classificações. A classe *Água* foi mapeada por interpretação visual nas imagens e adicionada às classificações. Apesar de ser uma classe prevista na legenda L4, áreas da classe *Sem informação* não foram encontradas em nenhuma das imagens.

Dados TerraClass do ano de 2010 também foram utilizados nesse trabalho. Para permitir a comparação desse dado com TM (L4) e PALSAR (L4), dados TerraClass, originalmente projetados para SCG/SAD69 e em formato de vetor, foram reprojetados para UTM/WGS84 e convertidos para matriz, com pixels quadrados de 15 m. O mapa resultante da classificação da imagem TM (L4) também foi reamostrado para 15 m. Para evitar pequenos desalinhamentos entre os mapeamentos utilizados, em função de diferenças de resolução espacial ou da natureza multitemporal e multissensores do dados TerraClass, uma área de 90 m (ou 6 pixels) de cada lado ao longo dos limites entre duas classes distintas dos dados TerraClass foi mascarada e excluída da análise.

### **2.3. Harmonização entre legendas e comparação das classificações harmonizadas**

Os passos necessários para harmonizar e comparar as legendas estão resumidos na Figura 2. Primeiramente, compararam-se as legendas L4 e a legenda do projeto TerraClass por meio de sua descrição semântica e pela descrição em LCML. Durante a análise da correspondência e remapeamento das classes, foi realizado o agrupamento das classes de cada legenda para a obtenção das legendas harmonizadas, compostas por superclasses que devem ser comparáveis. Para avaliar a eficácia do processo de harmonização das legendas, as classificações de cobertura da terra obtidas pelo uso de dados LANDSAT5/TM E ALOS/PALSAR e legenda L4, respectivamente TM (L4) e PALSAR (L4), e os dados TerraClass 2010 foram reclassificados de acordo com as legendas harmonizadas. Os mapas resultantes das reclassificações foram tabulados e a porcentagem da área, em que classes correspondentes ocorreram (concordância), foi calculada e analisada.

Em uma análise adicional, o conjunto de amostras de teste coletado sobre as imagens LANDSAT5/TM e ALOS/PALSAR foi reclassificado, segundo a legenda harmonizada, e utilizado para avaliar a exatidão das classificações harmonizadas. Foram selecionados, de forma aleatória, 400 pixels de cada classe harmonizada, para gerar uma matriz de confusão e calcular a Exatidão Global (EG) de cada classificação. Este processo foi repetido 1000 vezes, variando-se as amostras de teste, resultando em 1000 matrizes de confusão e o mesmo número de valores de EG, para cada classificação. As médias dos valores de EG para os três dados foram comparadas por meio de um teste t com 1% de significância, para avaliar a igualdade estatística entre as EG médias. Para cada conjunto de matrizes de confusão, também se calculou uma matriz de confusão média, em que cada célula recebe a média dos valores da célula nas 1000 matrizes calculadas.

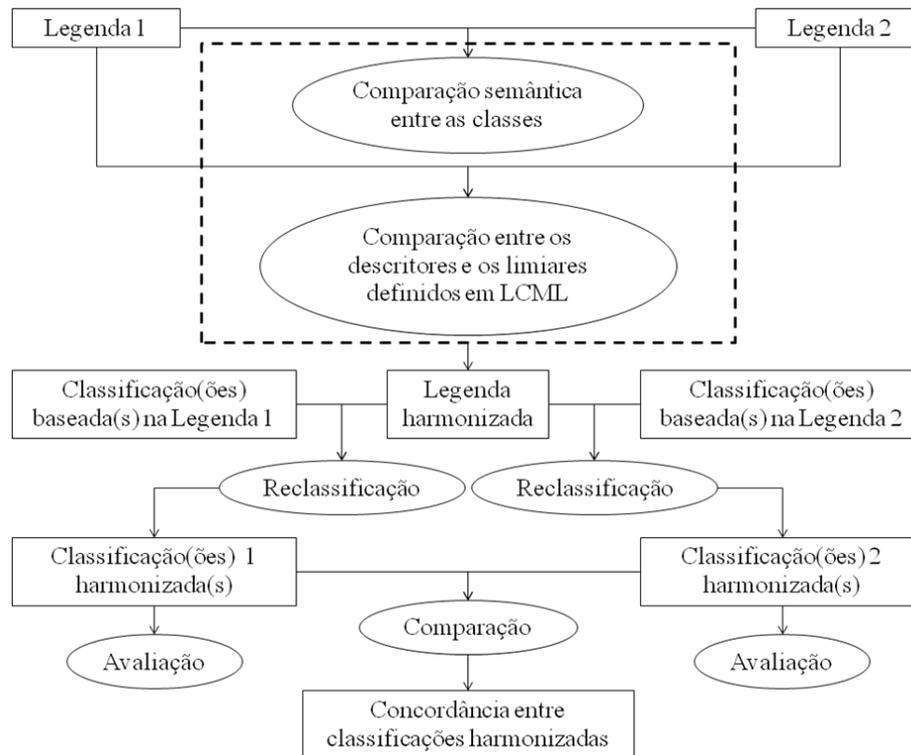


Figura 2: Fluxograma metodológico.

### 3. Resultados e discussões

Primeiramente, os resultados da harmonização das legendas são apresentados e discutidos. Na sequência, são apresentadas as análises das classificações harmonizadas, cujos resultados são discutidos em relação à exatidão individual e à concordância entre os mesmos.

#### 3.1. Legendas harmonizadas

Algumas características das classes adotadas devem ser destacadas para análise dos resultados: as classes *Não floresta*, *Área urbana*, *Mineração*, *Reflorestamento* e *Outras*, da legenda TerraClass, não foram encontradas na área de estudo da legenda L4 e, portanto, não se encontram classes correspondentes nessa segunda legenda. Para permitir a comparação, essas classes foram adicionadas à nova legenda. No entanto, como estas classes não tiveram sua definição alterada e não foram encontradas na área de estudo, estão omitidas das análises apresentadas na sequência. As classes *Área não observada* (TerraClass) e *Sem informação* (L4), possuem significado quase idêntico. No entanto, não podem ser comparadas porque não se tratam de classes de cobertura da terra e sim classes associadas à imagem sendo mapeada, derivadas da geometria de imageamento ou de condições atmosféricas. Adicionalmente, a classe *Desflorestamento 2010*, da legenda do TerraClass, pode ser descrita tanto como um processo (desflorestamento ocorrido no ano analisado), quanto uma classe de cobertura da terra (uma área recentemente desflorestada, com cobertura de matéria orgânica morta e uso futuro desconhecido). Considerando que a classe *Desflorestamento 2010*, geralmente considera desmatamentos ocorridos em intervalos de poucos anos (um ano, a menos que a feição não tenha sido visualizada em anos recentes), uma área classificada como *Desmatamento 2010* pode possuir correspondência direta entre as classes SE, AP, AC, PL, PS e até mesmo VS1, da legenda L4. De forma similar, *Mosaico de ocupações*, também da legenda do TerraClass, pode corresponder à maioria das classes definidas em L4, por se tratar de uma classe mista, derivada das limitações relacionadas com escala das imagens utilizadas.

Excluindo-se as classes anteriormente citadas da análise (*Não floresta*, *Área urbana*, *Mineração*, *Reflorestamento*, *Outras*, *Área não observada*, *Sem informação*,

*Desflorestamento 2010 e Mosaico de ocupações*), é possível comparar as classes restantes, tanto por sua descrição semântica, quanto pela definição de limiaries em LCML. A legenda harmonizada, gerada a partir dessa análise, está apresentada na Figura 3. Na legenda do TerraClass, a classe *Regeneração com pasto* está definida de forma que existem limiaries que correspondem tanto às classes *Pasto sujo* quanto *Vegetação secundária inicial*, ambos da legenda L4. Por esse motivo, houve a necessidade de unir classes de pastos sujo e de vegetação secundária para possibilitar a harmonização entre as legendas.

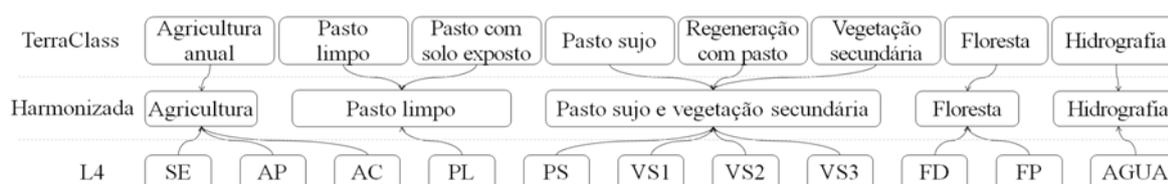


Figura 3. Definição de legenda harmonizada.

### 3.1. Classificações harmonizadas

As matrizes de confusão média, dadas em porcentagem, obtidas para as três classificações harmonizadas, estão ilustradas na Tabela 4. Nesta tabela também estão registradas a média e o desvio padrão dos valores de Exatidão Global e a área não avaliada de cada dado. Para as classificações harmonizadas de TM e PALSAR, áreas não avaliadas correspondem à classe *Água*, que foram mapeadas manualmente. Para o TerraClass (Harmonizado), estas áreas correspondem a *Hidrografia*, *Desflorestamento 2010*, *Mosaico de ocupações*, *Áreas não observadas* e áreas sob máscaras do *buffer* (no qual se encontram cerca de 99% das áreas não avaliadas nesse dado). A tabulação cruzada entre os mapeamentos harmonizados está apresentada na Tabela 4, com o número de pixels em classes correspondentes destacado em negrito. O valor de concordância, em porcentagem, também está registrado na Tabela 4. Nesta tabela, Áreas de Hidrografia no TerraClass estão todas localizadas sob a máscara, resultando nos valores nulos registrados nessa linha.

Tabela 4. Matriz de confusão média (%), valores médios e desvio padrão de Exatidão Global das classificações harmonizadas.

Classificações	Referência											
	TerraClass				TM				PALSAR			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Agricultura	100,0	0,0	0,0	0,0	98,2	19,3	0,0	0,0	82,0	48,1	1,5	0,0
2. Pasto limpo	0,0	95,5	0,0	0,0	0,1	64,5	1,2	0,0	14,5	32,0	5,7	0,0
3. Pasto sujo e vegetação secundária	0,0	4,5	99,3	0,0	1,7	16,2	82,1	33,5	3,0	19,8	52,8	39,7
4. Floresta	0,0	0,0	0,7	100,0	0,0	0,0	16,7	66,5	0,4	0,1	40,0	60,3
Exatidão Global	0.987 ± 0.001				0.778 ± 0.008				0.568 ± 0.009			
Área não avaliada	35,0%				0,6%				0,2%			

Tabela 5. Tabulação cruzada entre mapeamentos harmonizados de cada legenda.

TerraClass	TM					PALSAR				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	1. Agricultura	<b>51036</b>	8412	10416	148	76	<b>44667</b>	12818	11689	914
2. Pasto limpo	7264	<b>23284</b>	2992	64	180	10360	<b>17613</b>	5485	326	0
3. Pasto sujo e vegetação secundária	2932	15324	<b>99160</b>	19732	712	4741	25006	<b>72176</b>	35837	100
4. Floresta	708	508	271352	<b>673188</b>	448	220	1364	432714	<b>511804</b>	102
5. Hidrografia	0	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
Mosaico de ocupações	<b>1148</b>	<b>2836</b>	<b>2172</b>	144	24	<b>912</b>	<b>2586</b>	<b>2353</b>	429	44
Desmatamento 2010	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>232</b>	8	0	<b>27</b>	<b>47</b>	<b>207</b>	23	0
Concordância	71.4%					54.6%				

Como pode ser notado pela observação conjunta das Tabelas 4 e 5, o maior número entre pixels classificados como classes não concordantes ocorre entre classes que apresentam alguma confusão entre si nas classificações harmonizadas dos dados TM e PALSAR. Além disso, os valores de concordância são similares aos produtos entre a Exatidão Global das classificações comparadas. Como o TerraClass (Harmonizado) apresentou uma Exatidão Global alta, os demais resultados indicam que as classificações harmonizadas TM e PALSAR concordam com TerraClass quando os pixels estão corretamente classificados e discordam quando há problemas de classificação, indicando a eficácia do processo de harmonização.

#### 4. Considerações Finais

Este trabalho apresentou e avaliou um processo de harmonização entre duas legendas distintas. Para a realização deste processo, foi necessário o uso conjunto de descritores LCML e a descrição semântica das classes. Para harmonizar classificações distintas, não apenas a harmonização entre as classes, mas também a solução de problemas de registro, conversão de formato e projeção também são necessários. As classificações harmonizadas apresentaram discordâncias principalmente entre classes que apresentaram confusão nas classificações provenientes de imagens LANDSAT5/TM e ALOS/PALSAR, indicando a eficiência do processo de harmonização e que a integração de dados de diferentes fontes é dependente da qualidade desses dados. Legendas descritas por LCML são mais facilmente entendidas e o uso de descritores comuns possibilita a harmonização entre legendas. No entanto, ressalta-se que nem todas as classes existentes na legenda do TerraClass puderam ser harmonizadas, porque muitas vezes havia correspondências múltiplas entre as classes do TerraClass e as classes presentes nas legendas a serem harmonizadas .

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de número 312753/2015-2, 401528/2012-0 e 309135/2015-0 e ao projeto MSA-BNDES, processo número 1022114003005 - MSA-BNDES.

#### Referências

COUTINHO, A.; ALMEIDA, C.; VENTURIERI, A.; ESQUERDO, J.; SILVA, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass**, 2008. Brasília, Belém, 2013. 116p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/971385/uso-e-cobertura-da-terra-nas-areas-desflorestadas-da-amazonia-legal-terraclass-2008>>. Acesso em 26 out. de 2016.

JANSEN, L. J.; GROOM, G.; CARRAI, G. Land-cover harmonisation and semantic similarity: some methodological issues. **Journal of Land Use Science**, v. 3, n. 2-3, p. 131–160, 2008.

KOSMIDOU, V., PETROU, Z., BUNCE, R. G., MCHER, C. A., JONGMAN, R. H., BOGERS, M. M., LUCAS, R. M., TOMASELLI, V., BLONDA, P., PADOA-SCHIOPPA, E., MANAKOS, I., PETROU, M. Harmonization of the Land Cover Classification System (LCCS) with the General Habitat Categories (GHC) classification system. **Ecological Indicators**, v. 36, p. 290 – 300, 2014.

MCCONNELL, W.; MORAN, E. Meeting in the Middle: The Challenge of Meso-Level Integration. **LUCC Report Series No. 5**, Itália, 2000.

REIS, M. S. **Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra utilizando dados óticos e de micro-ondas em uma região da Amazônia brasileira**. 331 p. Dissertação (Mestrado) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2014-07-23 2014. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-21b/2014/06.30.19.09>>. Acesso em: 03 ago. 2016.

TORRES, L., SANT'ANNA, S. J., FREITAS, C. C., FRERY, A. C. Speckle reduction in polarimetric SAR imagery with stochastic distances and nonlocal means. **Pattern Recognition**, v. 47, n. 1, p. 141–157, 2014.