

MEDIDAS MAGNÉTICAS DE PINTURAS A ÓLEO E ACRÍLICAS

Aluno: Paulo Leite Pinto

Orientador: Paulo Costa Ribeiro

Co-orientador: Hélio Ricardo Carvalho

Introdução

O roubo de bens artísticos e históricos é o terceiro crime mais rentável do mundo, ficando atrás apenas do tráfico de armas e de drogas. Com movimentação de cerca de US\$ 4 bilhões ao ano e com índice de recuperação de 10%, o registro e a verificação de autenticidade da obra recuperada ganha dimensão multimilionária.

O desenvolvimento e aprimoramento de métodos para registro e verificação de autenticidade de obras de arte é ítem de importância no mundo da arte. Métodos inovadores são respeitados quando são não-destrutivos e a precisão do grau de certeza é alta.

O mapeamento do campo magnético de pinturas é feito através da medição do campo magnético remanente da obra. Isto se torna possível especialmente para tintas acrílicas e à óleo, pois em suas composições há elementos com propriedades magnéticas: as tintas utilizadas obtêm a cor através do uso de pigmentos minerais, que em geral são óxidos que têm propriedades magnéticas. Tais propriedades envolvem o ferromagnetismo, cujos momentos magnéticos produzem um magnetismo remanente. O magnetismo remanente pode ser detectado após a orientação do quadro mediante a utilização de um ímã ou de uma mesa de ímãs.

Com isto temos uma nova dimensão de análise da obra: seu mapa magnético.

Objetivos

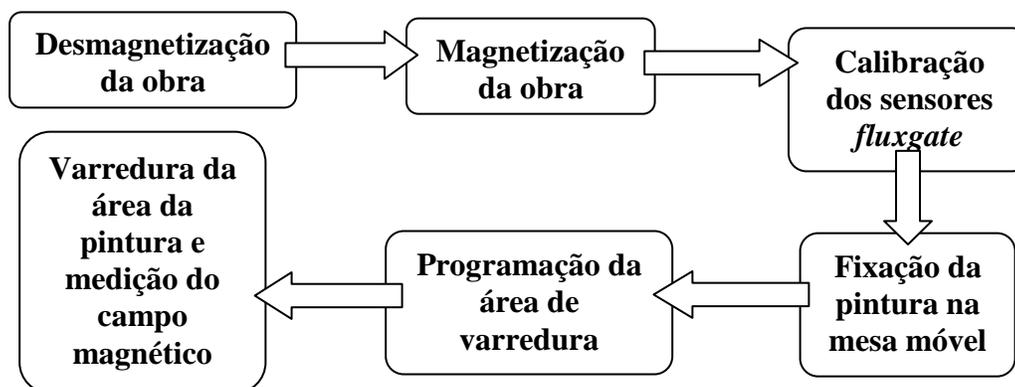
Desenvolver método eficaz de registro de pinturas para eventual verificação de autenticidade das obras. Isto será desenvolvido mediante a realização de testes envolvendo a medição do fluxo magnético remanente de quadros semelhantes e fazer estudos comparativos para identificação através de suas imagens magnéticas.

O estudo é focado em tintas comerciais acrílicas e à óleo. Faremos análise das pinturas feitas por pintores profissionais e por falsificadores.

Metodologia

O medidor de fluxo magnético *fluxgate*, a mesa móvel, a base de magnetização, o desmagnetizador, são os instrumentos que usamos para dar início à análise de uma pintura. O *software National Instruments LabVIEW* torna possível a varredura e registro da medição do campo magnético remanente da obra. O *software Origin* permite operarmos os dados em planilha, convertendo tabelas em matrizes, matrizes em gráficos e também cálculo de média, desvio-padrão e variâncias, graficamente.

O fluxograma do processo de medição é verificado a seguir:



A etapa de desmagnetização da obra, com o desmagnetizador remove qualquer vestígio magnético presente na pintura.

A magnetização é dada com a obra em posição fixa, aproximando-se e afastando-se o ímã em deslocamento vertical com velocidade constante, tendo seu centro coincidindo com o centro da imagem e mantendo-se fixa sua posição no eixo horizontal.

A calibração dos sensores Fluxgate tem como propósito anular o campo magnético terrestre e da sala, permitindo a medição sem a interferência de campos externos.

O posicionamento da pintura na mesa móvel é dado com seu centro alinhado ao centro da mesa.

Com *software LabVIEW*, programa-se a área e precisão de varredura da medição, realiza-se a medição, armazena-se o resultado que é capturado em forma matricial.

Por fim, visualiza-se o resultado graficamente tendo-se o mapa do campo magnético.

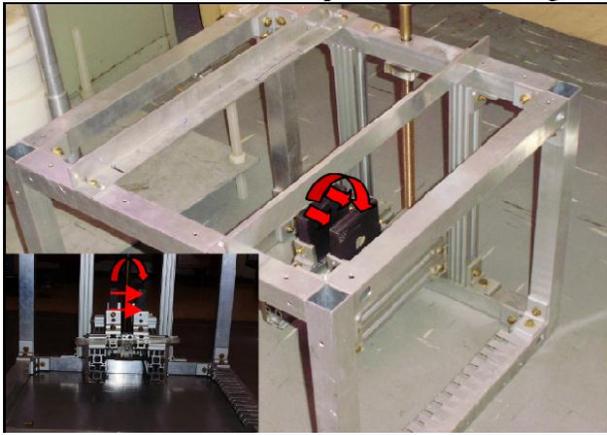


Estrutura do instrumento de varredura e medição

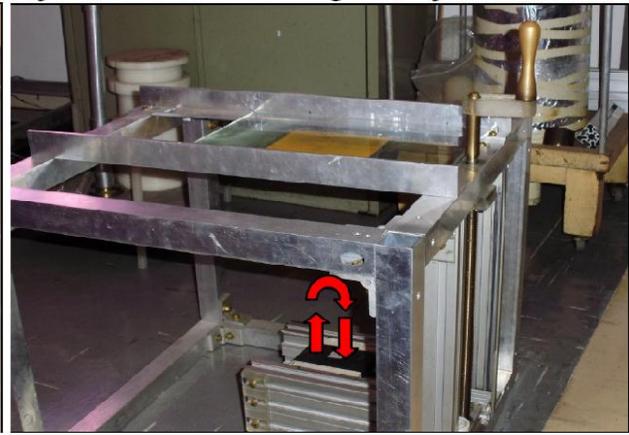
Sensor *fluxgate*

Como instrumento de análise comparativa, a média dessas medidas e a respectiva variância são calculadas. O mesmo é feito com a falsificação, e comparam-se os resultados obtidos. Para comparação menos subjetiva entre a média de quadros verdadeiros e a média dos falsos, calculamos matricialmente e convertimos para mapa magnético o desvio-padrão entre a média das medidas do quadro verdadeiro e do falso. Assim, expomos graficamente as diferenças entre duas obras.

Utilizamos em nossas experiências diferentes formas de magnetização das pinturas: a magnetização horizontal e a magnetização vertical.



Magnetização horizontal



Magnetização vertical

A magnetização horizontal é dada com os ímãs verticalmente posicionados, paralelos entre si e com o sul magnético de um ímã em face do norte magnético do outro. Nesse caso, o campo magnético entre os ímãs atinge a pintura tangencialmente.

Por outro lado, na magnetização vertical, um único ímã horizontalmente posicionado tem seu campo magnético atingindo a pintura verticalmente, isto é, “perfurando a pintura”.

Resultados e Discussões

Os experimentos que seguem são de pinturas feitas com tintas acrílicas e que demonstraram significativa sensibilidade magnética. As grandezas dos valores, medidos em Gauss, variam de obra para obra. Não obstante, para efeitos de comparação em mesma escala, determinamos como limites inferiores do intervalo de variação o menor valor entre as medições realizadas para as obras em questão. Para o limite superior, o maior valor encontrado nas medições das pinturas.

Pintura - Bolhas

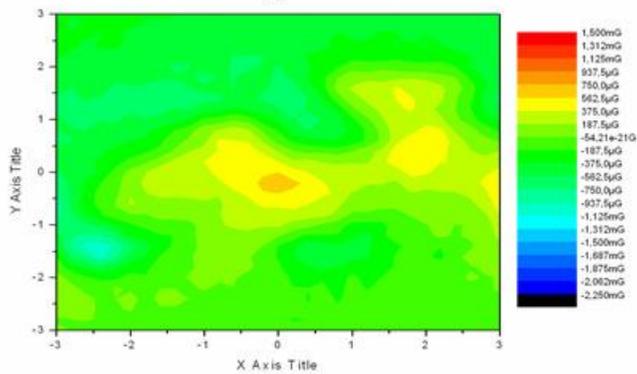
Tira Verdadeira



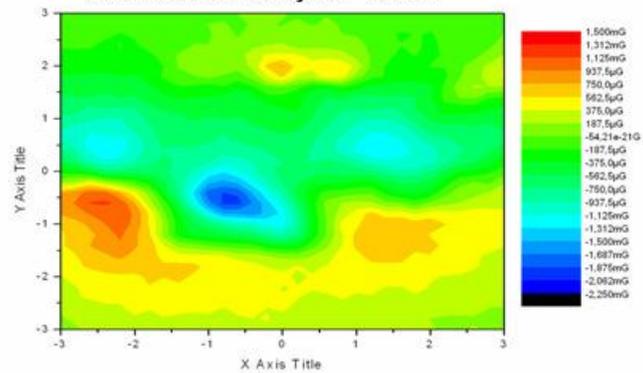
Tira Falsa

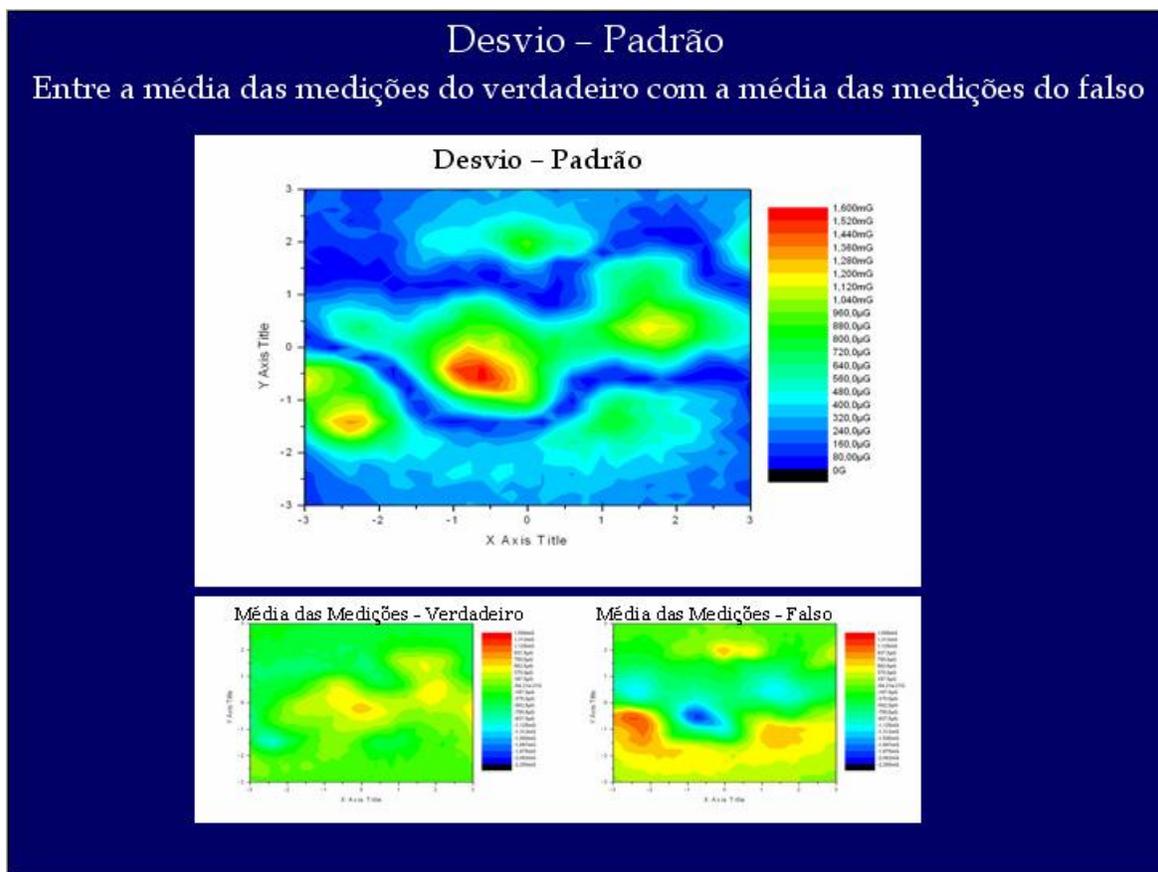


Média das Medições - Verdadeiro



Média das Medições - Falso

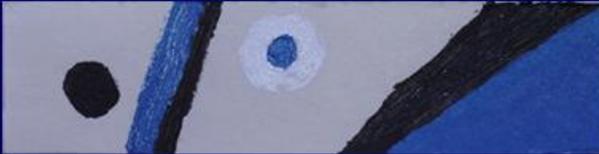




Nesse experimento, analisaram-se as diferenças entre pinturas com formas geométricas simples. Utilizou-se o mesmo tipo de tinta e mesmo método de pintura para o desenvolvimento da pintura-cópia, a falsificação. Foram usadas tintas a óleo e acrílicas na mesma pintura, e o tipo de magnetização foi a magnetização com par de ímãs verticalmente posicionados, isto é com o campo magnético horizontal em relação às pinturas. Apesar das pinturas serem semelhantes, o mapa dos fluxos magnéticos ficou bem diferente, o que pode ser verificado analisando-se o desvio-padrão.

Pintura - Infinito

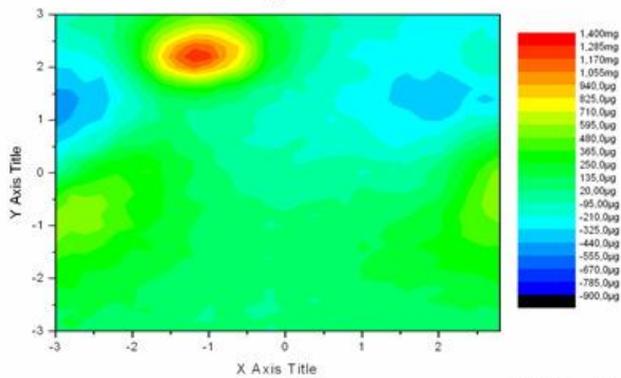
Verdadeiro



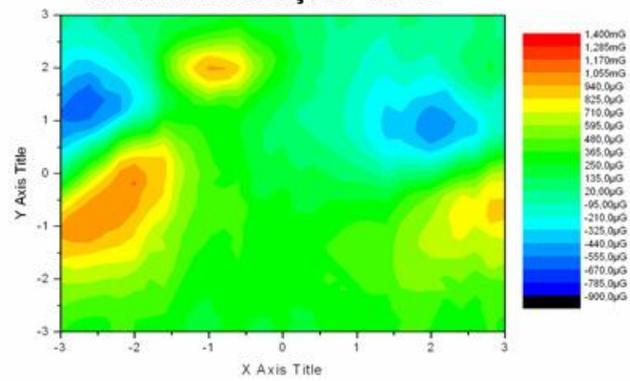
Falso

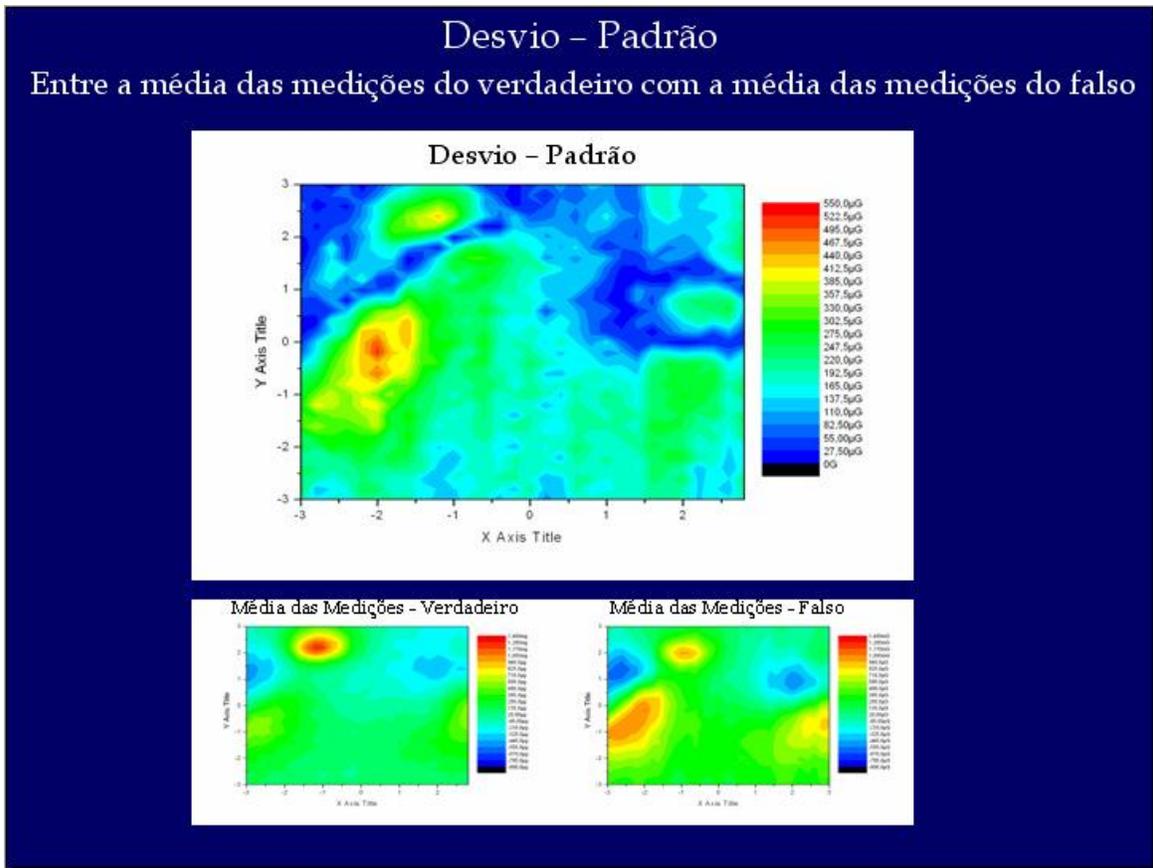


Média das Medições - Verdadeiro



Média das Medições - Falso





Nesse experimento, novamente analisou-se as diferenças de fluxo magnético entre pinturas com formas geométricas simples. Utilizou-se a mesma tinta e nas mesmas posições para ambas as pinturas (verdadeira e falsa).

Somente tintas acrílicas nessas pinturas, e o tipo de magnetização era a magnetização com par de ímãs verticalmente posicionados, isto é com o campo magnético atingindo as pinturas tangencialmente.

Apesar da semelhança entre as pinturas e do uso das mesmas tintas nas mesmas concentrações, o mapa dos fluxos magnéticos revela a identidade de cada pintura. O desvio-padrão entre o verdadeiro com o falso indica graficamente essa diferença visual entre as médias das medições.

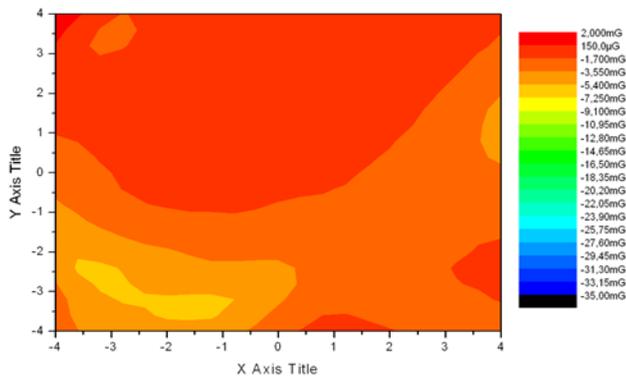
Pintura – Campo de Batalha

Verdadeiro

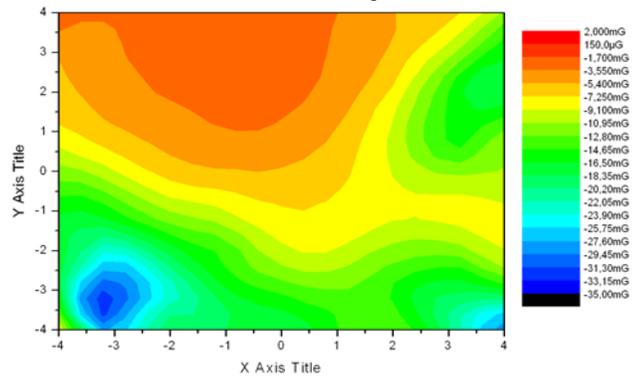
Falso

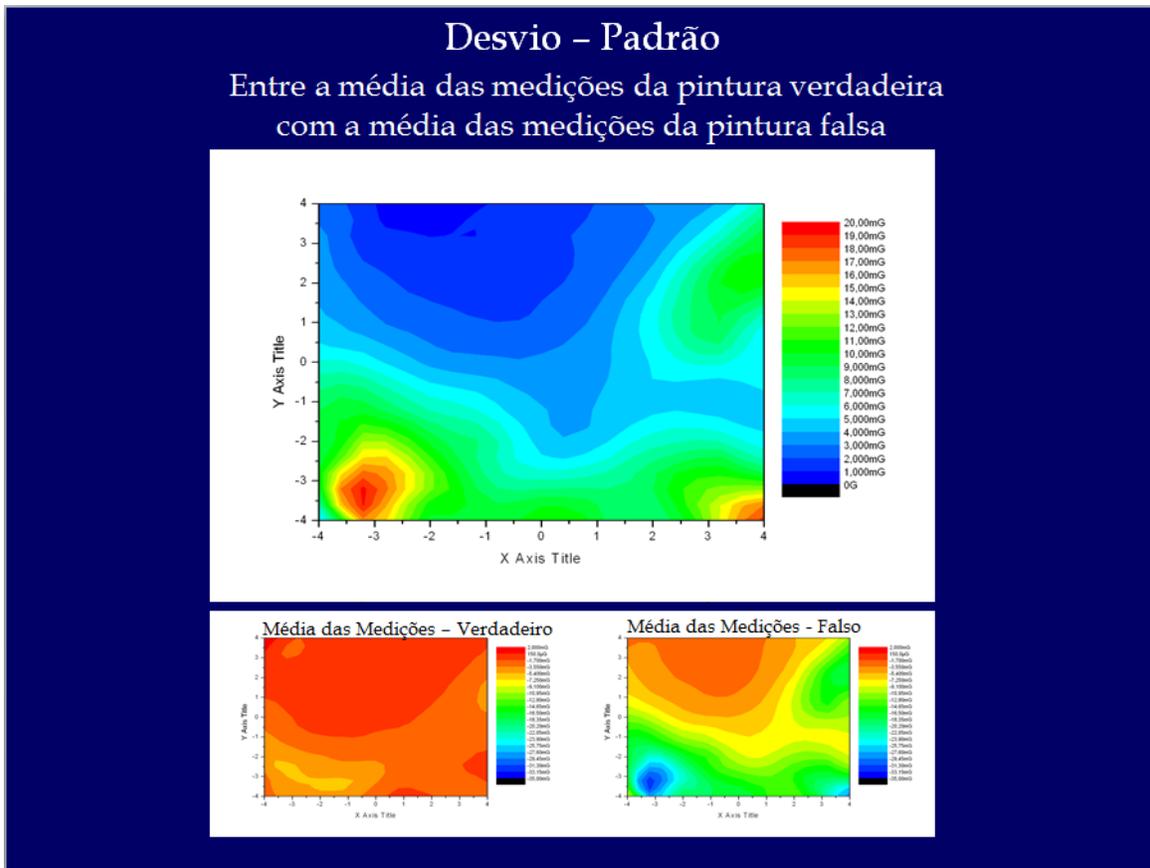


Média das Medições – Verdadeiro



Média das Medições - Falso





Esse experimento é de pinturas à óleo, tintas pretas misturadas, diluídas e aleatoriamente distribuídas na pintura. É uma pintura de falsificação menos trivial, por ser composta de traços mais complexos que simples padrões geométricos.

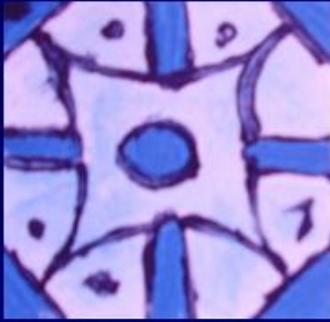
O tipo de magnetização foi a magnetização com ímã único, horizontalmente posicionado, isto é, com o campo magnético atingindo as pinturas verticalmente, “perfurando” as pinturas.

Os resultados acompanharam nossas expectativas. Os gráficos dos campos magnéticos das pinturas são claramente diferentes quando visualizados em mesma escala. Isto é evidenciado no gráfico do desvio-padrão, que aponta diferenças de intensidade de até 20mG nas partes inferior à esquerda e à direita.

A variância entre as medições do quadro verdadeiro e do falso foram baixas, o que indica que entre cada medição da mesma obra, os erros intrínsecos no procedimento foram devidamente mitigados.

Pintura - Sinuca

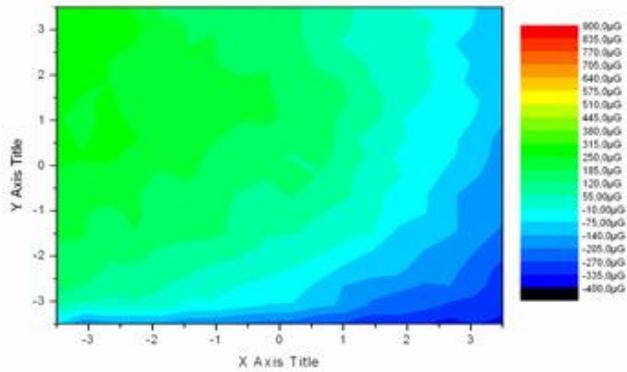
Verdadeiro



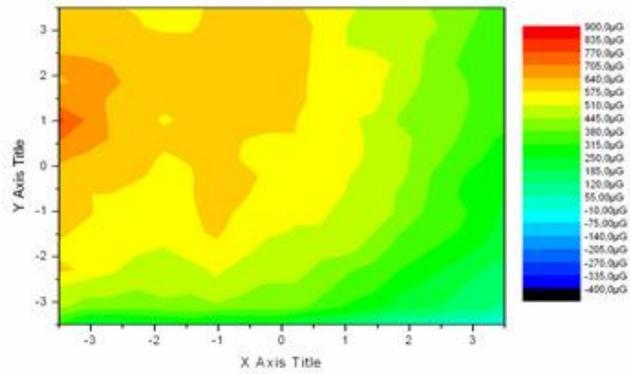
Falso

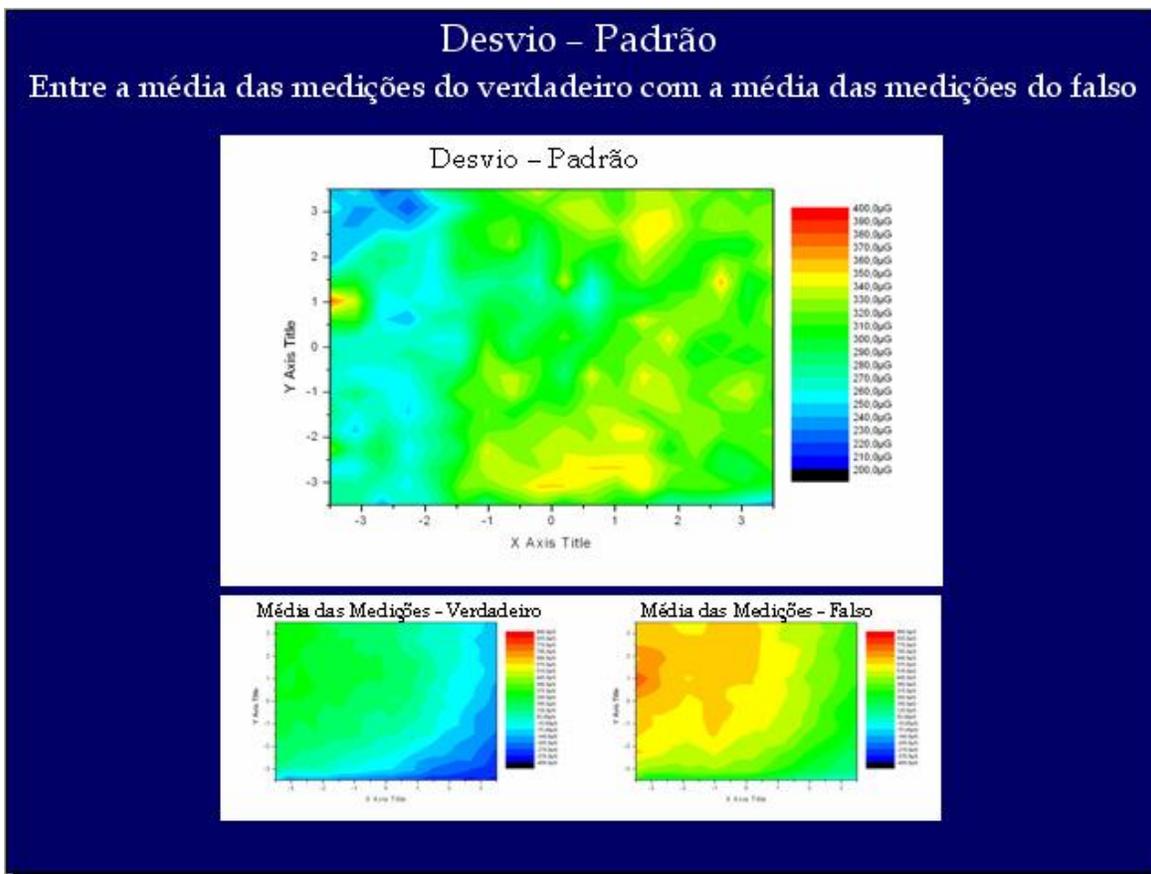


Média- Verdadeiros



Média- Falsos





Seguindo os últimos métodos, o experimento dessa pintura consiste em preenchimento com tinta de desenhos de formas geométricas simples.

Utilizaram-se tintas acrílicas, indicadas nas figuras apresentadas a seguir. O tipo de magnetização utilizado foi a magnetização com ímã único, horizontalmente posicionado, isto é com o campo magnético atingindo as pinturas verticalmente, “perfurando” as pinturas.

Percebe-se que aparentemente há considerável semelhança entre as médias dos mapas magnéticos. No entanto, verificam-se intensidades de fluxo magnético bem distinto. A pintura verdadeira apresentou nas cinco medições uma intensidade magnética baixa, com um máximo de 400 a 500 micro Gauss, enquanto a pintura falsa apresentou um máximo de 900 micro Gauss.

É explicitado no gráfico do desvio-padrão que a real diferença de fluxo magnético está no canto direito da figura, sendo os pontos em amarelo os picos de maior diferença entre as pinturas.

É interessante notar que com a apresentação do gráfico do desvio-padrão entre as médias dos fluxos magnéticos das pinturas tornou-se possível destacar diferenças não tão obviamente detectáveis na comparação a olho das médias.

Pintura - Oceano

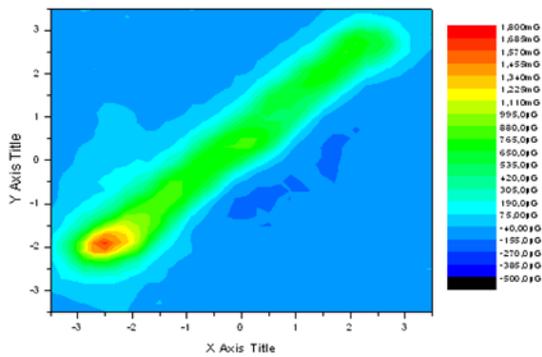
Verdadeiro



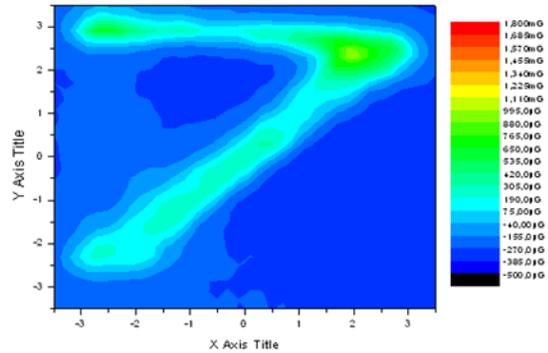
Falso



Média das Medições - Verdadeiro

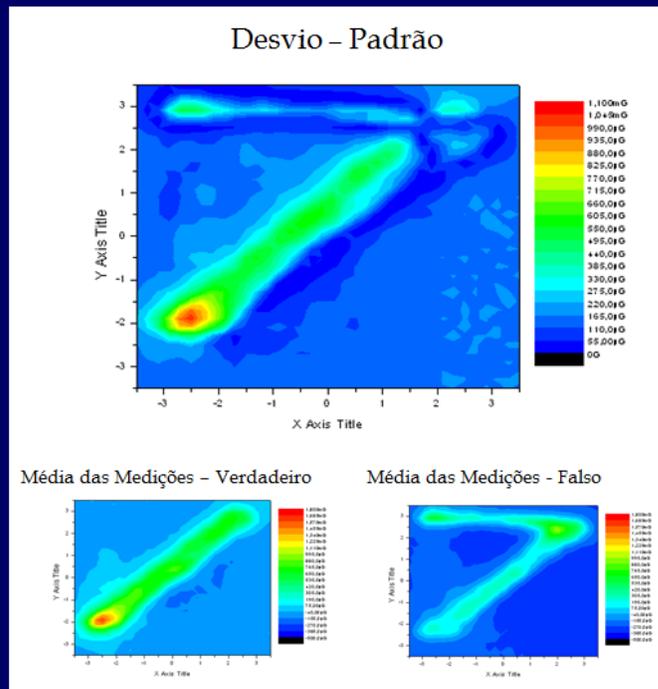


Média das Medições - Falso



Desvio – Padrão

Entre a média das medições do verdadeiro com a média das medições do falso



Deve-se focar na análise nas partes onde há efetivamente tinta, em especial tintas magnéticas, ou seja, no caso dessa pintura, no quadro falso usa-se a tinta *Negro de Marte 26* nos traços horizontal e diagonal e no quadro verdadeiro usa-se está tinta apenas no traço diagonal e no traço horizontal usa-se uma tinta a acrílica preta *1045 244*. Com isso obtivemos diferenças nítidas nos mapas magnéticos visto que a tinta *Negro de Marte 26* é mais magnética que a tinta acrílica preta.

Pintura - Pato

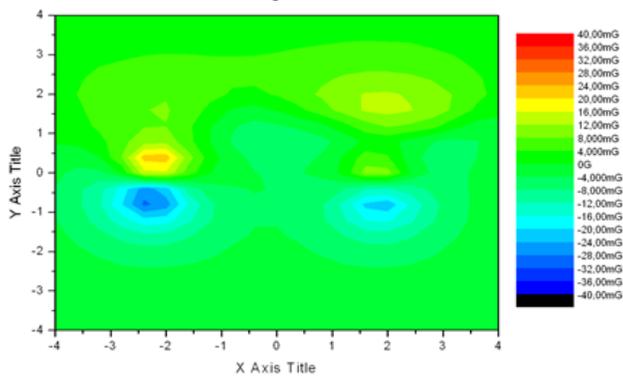
Tira Verdadeira



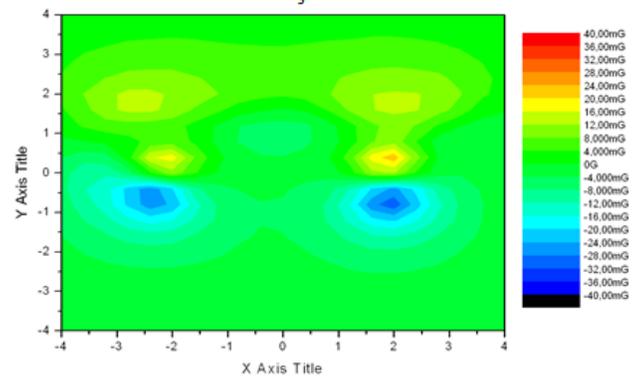
Tira Falso

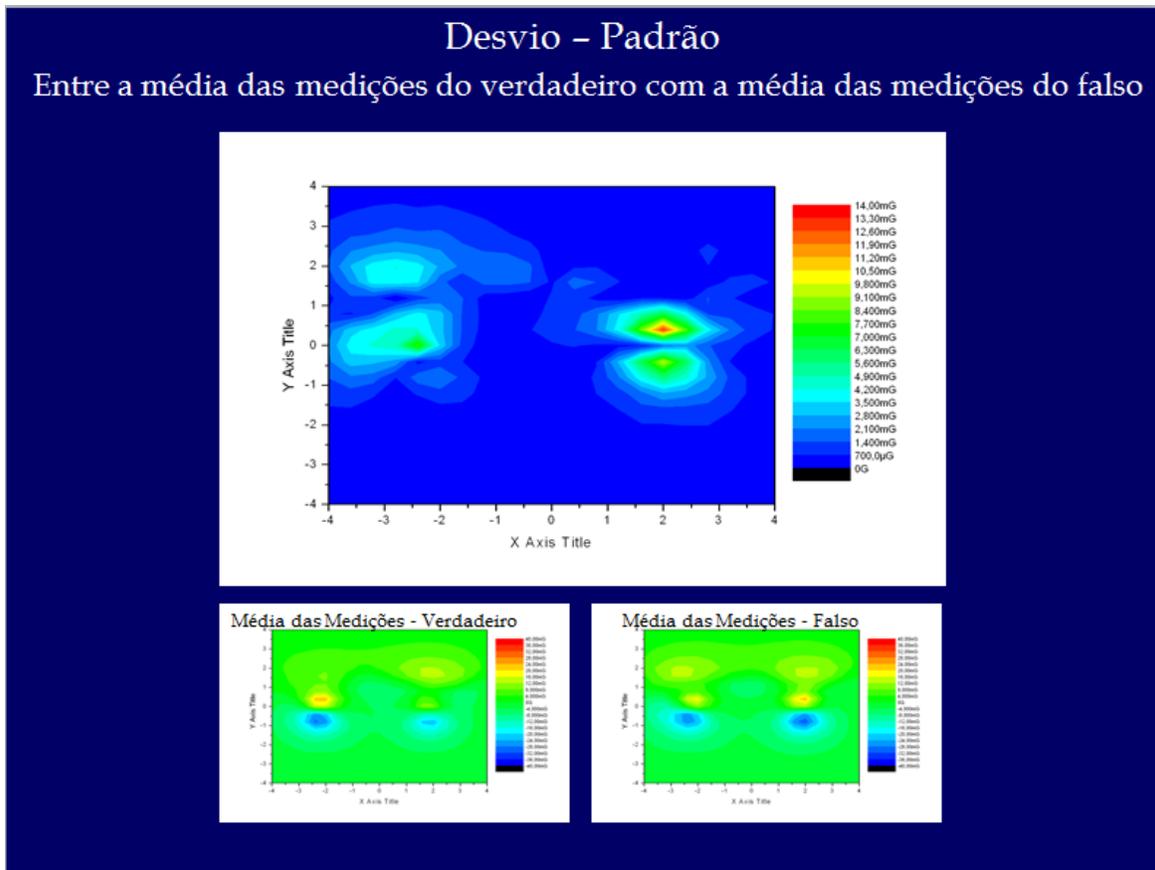


Média das Medições - Verdadeiro



Média das Medições - Falso





Evidentemente o mapa dos fluxos magnéticos ficou semelhante, devido às formas geométricas simples das pinturas e ao fato de propositalmente terem sido usadas as mesmas tintas nas **posições** respectivas.

Não obstante, além das diferenças de intensidade nos dipolos mais evidentes, fica graficamente explicito maior fluxo na posição que ocupa o segundo quadrante do mapa do falso, em relação ao verdadeiro.

Isso pode ser verificado analisando-se a mesma posição no mapa do desvio-padrão, encontrado acima.

É importante mencionar que devido á presença da tinta à óleo P134, os fluxos magnéticos das outras tintas ficaram despercebidos, por serem menos intensos.

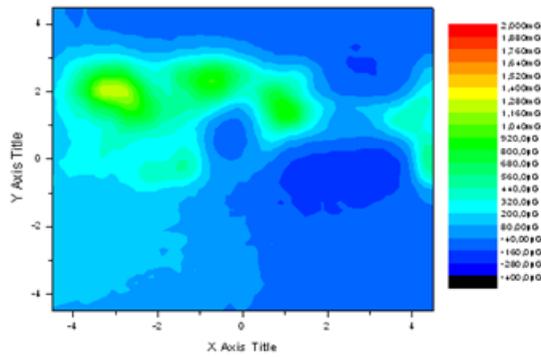
Pintura - Aquarela

Verdadeiro

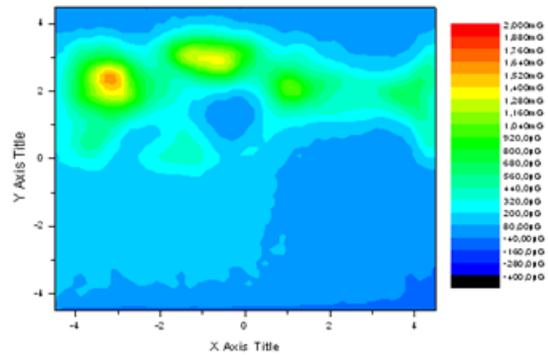
Falso

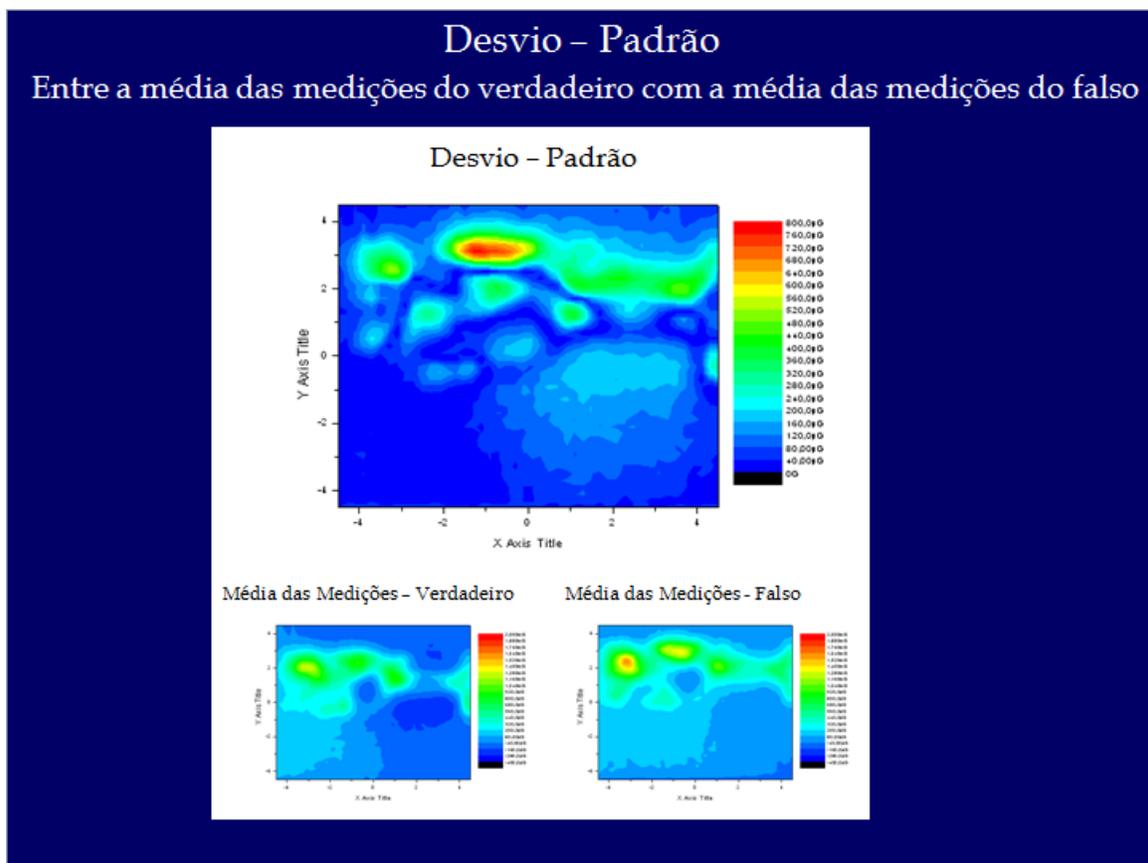


Média das Medições - Verdadeiro



Média das Medições - Falso





O experimento dessa pintura consiste em pintura com formas simples, com pouca variação nas diluições das tintas e com pouca variedade de tintas. Foram usadas tintas acrílicas, indicadas nas figuras apresentadas adiante. O tipo de magnetização foi a magnetização com ímã único, horizontalmente posicionado, isto é com o campo magnético atingindo as pinturas verticalmente, “perfurando” as pinturas.

Nesta pintura usamos como fator de principal diferença entre verdadeiro e falso o uso de tintas que aparentemente são bastante semelhantes, porém, com intensidades de magnetismo remanentes bastantes distintas. Os pontos em preto, bem como o traço na pintura verdadeira são feitos com tinta *acrílica 1049*, que possui uma baixa intensidade magnética. Já na pintura falsa, utilizamos para os mesmos pontos e traços a tinta acrílica *Negro de Marte 26*, que de acordo com os mapas magnéticos possui uma intensidade magnética superior.

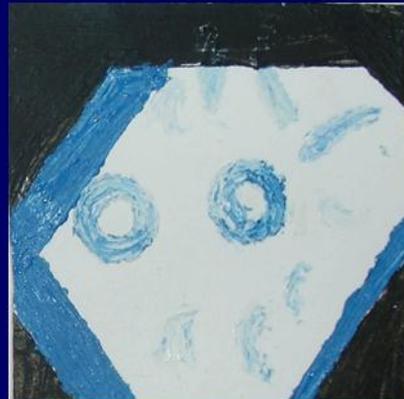
Vale ressaltar que as tintas acrílicas: amarela, laranja e branca e azul apresentaram baixíssimas intensidades de fluxo magnético. Foram feitos testes com cada tinta separadamente para verificar se seriam de fato magnéticas e o resultado foi que nenhuma destas tintas teria uma intensidade magnética relevante. Dessa maneira, devemos focar a análise nos pontos onde há efetivamente tinta preta, visto que apresentam mapas magnéticos distintos em intensidade de pontos e na definição do traço das formas.

Pintura - Oceano

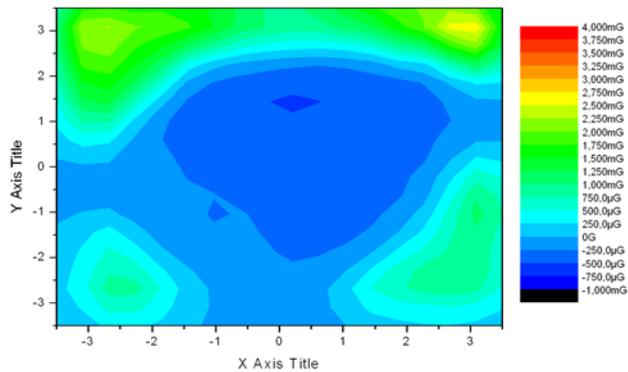
Verdadeiro



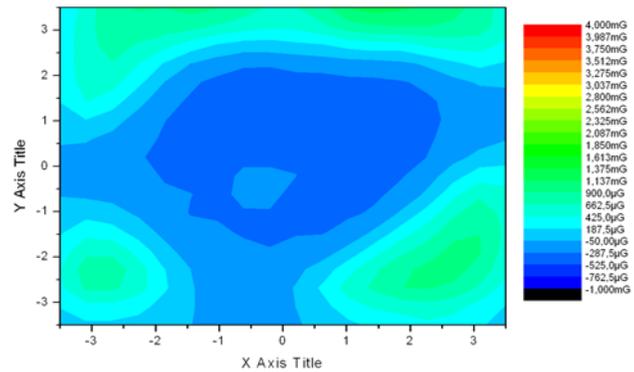
Falso



Média das Medições - Verdadeiro

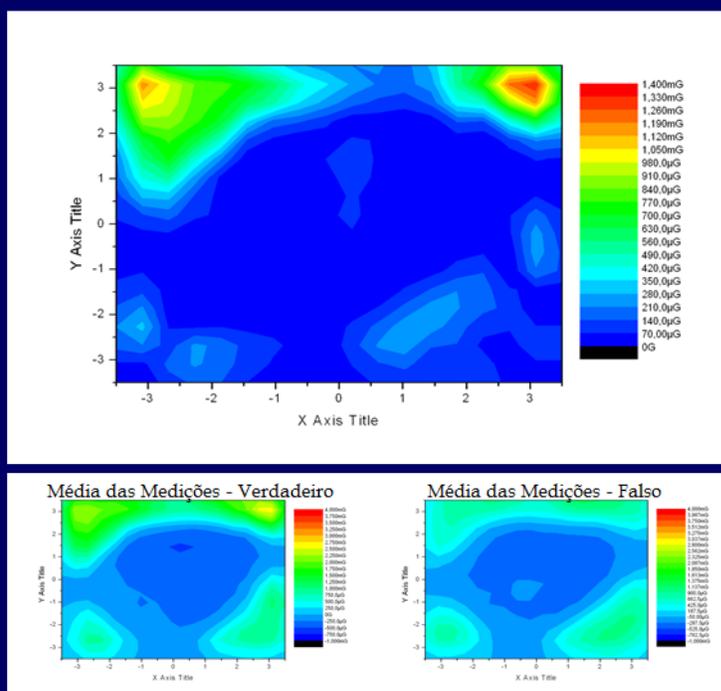


Média das Medições - Falso



Desvio – Padrão

Entre a média das medições do verdadeiro com a média das medições do falso



Percebe-se que aparentemente há considerável semelhança entre as médias dos mapas magnéticos. Não obstante, deve-se focar na análise as partes onde há efetivamente tinta, em especial tintas magnéticas, ou seja, no caso dessa pintura, seu centro é praticamente desprovido de tinta. Assim, claramente era de se esperar semelhança ou baixo desvio-padrão na região central das pinturas. Sendo assim, devemos buscar maiores comparações, nessa pintura, nas laterais e cantos.

É explicitado no gráfico do desvio-padrão que a real diferença de fluxo magnético está nos cantos superiores da figura.

Conclusão

A intenção do projeto é confirmar a excelência do procedimento proposto para o registro de obras de arte, isto é, de pinturas. Esse procedimento consiste em comparar resultados dos mapas magnéticos de pinturas autênticas e respectivas falsificações. O foco no último ano foi dado às tintas acrílicas e a óleo.

Para as tintas a óleo, os resultados têm sido coerentes em relação ao propósito da pesquisa. O magnetismo remanente é suficientemente expressivo para ser detectado. Há considerável semelhança nas diversas medições de uma pintura, com baixa variância entre os mapas dos campos magnéticos da mesma pintura, e há evidente diferença com as medidas e média das medidas da respectiva imitação, apresentando consideráveis diferenças na expressão gráfica do desvio-padrão entre obras verdadeiras e suas falsificações.

No caso das tintas acrílicas, o magnetismo remanente muitas vezes não é claramente detectável. Dessa forma, as tintas acrílicas tornam-se objeto de estudo com novo método, isto é,

Departamento de Física – PUC-Rio

realizando-se a medição da suscetibilidade magnética da pintura ao invés da medição do campo magnético remanente da obra.

Referências

Livros

Fundamentos de Física 3 - Eletromagnetismo - 3ª Ed. 2009

Walker, Jearl; Halliday, David; Resnick, Robert / LTC

Relatórios/Artigos

Departamento de Física – PUC-Rio

Medidas magnéticas de pinturas de tintas acrílicas

Priscila Chami Figueira