



**RELATÓRIO DE MONITORIA E GARANTIA DE QUALIDADE DA PAP MT01
INSTALADA NA RESERVA ESPECIAL DE MAPUTO**

Maio de 2023

Autores:

Amélia David M. Mugabe

Ornelio Paulino Estevão Nhaduco

Milda Maússe

Gildo Massuanganhe

Muri Soares

Revisão de:

Sérgio Simão João

Muri Soares

Edna Munjovo

Aristides Muhate

1. INTRODUÇÃO

Moçambique possui uma extensa área de cobertura florestal, sendo a mesma uma das maiores na região austral de África. Como forma de quantificar o potencial dos recursos florestais, Moçambique têm realizado inventários florestais nacionais periódicos de 10 em 10 anos, e os mesmos inventários tem como objectivo actualizar o potencial dos recursos florestais, com destaque para os recursos (madeira, biomassa, etc.) (MITADER, 2018).

Embora os inventários sejam realizados de forma periódica, os mesmos não permitem fornecer dados sobre a dinâmica das florestas, isso porque os inventários são todos realizados na base de parcelas de amostragem temporárias. A falta de dados sobre a dinâmica das florestas em Moçambique faz com que o corte anual admissível (volume de madeira que deve ser explorada para garantir uma exploração sustentável) seja estimado usando dados de crescimentos como o incremento médio anual (IMA) proveniente de países vizinhos, facto que aumenta as incertezas dos valores produzidos nos inventários (MITADER, 2018).

Uma alternativa ao uso das parcelas temporárias seria o uso de parcelas de amostragem permanentes nos inventários nacionais, que segundo De Oliveira (2010) são áreas permanentes demarcadas na floresta, periodicamente remedidas, cujo objectivo é gerar informações sobre a dinâmica (crescimento, recrutamento, mortalidade) das florestas. O uso de parcelas permanentes em inventários parece estar fora de questão dado ao actual cenário de dinâmica de uso e cobertura terra (MITADER, 2018).

Tendo em conta que está fora de questão a utilização de parcelas de amostragem permanentes em inventários nacionais, Moçambique decidiu estabelecer uma rede nacional de parcelas de amostragem permanentes independentes dos inventários florestais nacionais, cujo objectivo principal é produzir dados sobre a dinâmica dos diferentes tipos florestais do país para alimentar os inventários florestais nacionais. A rede de parcelas de amostragem permanentes prevê estabelecer cerca de 100 parcelas distribuídas pelos diferentes tipos florestais ao longo do país, tendo até ao momento sido estabelecidas 13 parcelas em todo país (MADER, 2020).

Para além das medições a quando do estabelecimento das parcelas e remedições após a instalação das parcelas, a rede prevê um trabalho de monitoria das parcelas instaladas. Está previsto que a monitoria ocorra logo após o estabelecimento das parcelas, e a mesma tem como objectivo avaliar a acurácia das parcelas instaladas, nomeadamente, garantir a

qualidade e confiabilidade dos registos de dados das parcelas (MADER, 2020). Como forma de materializar a análise da acurácia das parcelas instaladas neste ano, uma equipe de controlo de qualidade (independente da equipe de instalação) deslocou-se entre os dias 06 a 10 de Dezembro de 2021 a Reserva Especial de Maputo (actual Parque Nacional de Maputo) a fim de monitorar a qualidade e confiabilidade da parcela de amostragem permanente MT01 instalada dentro dos limites desta área de conservação.

2. METODOLOGIA

2.1. Desenho amostral

Para a monitoria da parcela MT01 recorreu-se a técnica amostragem híbrida, que consistiu na conjugação do censo e da amostragem aleatória simples. O censo foi usado para análise geral da qualidade da parcela instalada, enquanto a amostragem aleatória simples foi usada para avaliar a qualidades das medições feitas, com destaque para as variáveis dendrométricas. Da amostragem aleatória foram seleccionadas as seguintes sub-parcelas, sub-parcela 6, 36, 45, 48, e 12.

2.2. Colecta de dados

Para a colecta de dados foram definidos dois grupos de variáveis, grupo de variáveis das remediações, e grupo de variáveis da avaliação da qualidade geral da parcela. Foram definidos os seguintes parâmetros de remedição: DAP, alturas (total e do fuste), e posição real dos indivíduos (distâncias x e y das árvores); e como parâmetros de controlo geral de qualidade da parcela os seguintes: localização da parcela (Ponto de Referência – PR e Ponto Principal – PP), marcação da parcela e suas respectivas sub-parcelas, e medição das árvores nas sub-parcelas.

2.2.1. Monitoria da parcela

- Localização

Na análise da localização procurou verificar se a parcela tem ou não um PR que serve para facilitar a identificação do PP a quando de visitas da mesma. Neste ponto procurou-se também avaliar a localização e identificação do PP da parcela, que é a base de instalação da parcela.

- Marcação da parcela

A marcação procurou avaliar a orientação da parcela (direção: Sul-Norte), desvio das distâncias x e y das sub-parcelas em relação ao estabelecido no manual de estabelecimento das parcelas permanentes, estados dos marcos (presença, coordenadas cartesianas, afixação no solo). Ainda na marcação procurou-se avaliar a presença ou não de uma zona tampão, bem como identificação do local onde o estudo do solo teve lugar.

- Marcação das árvores

Aqui procurou-se avaliar a codificação das árvores (sequência, dupla codificação, erro na codificação), estado das placas de identificação (orientação, alturas, distâncias das placas em relação às cascas das árvores, fixação das placas, ausência e/ou presença de placas no chão), medições omissas, erro de medição (diâmetro medido fora do local recomendado, medição de árvores mortas, dupla medição das árvores), e erro de inclusão das árvores na parcela e/ou sub-parcelas.

2.2.2. Remedição

- Diâmetro à altura do peito (dap)

Para a avaliação do dap nas parcelas selecionadas foram remedidos todos os indivíduos arbóreos e/ou arbustivos de $\text{dap} \geq 10$ cm para sub-parcelas de indivíduos adultos (sub-parcelas 7, 26, 36 e 40), e $\text{dap} \geq 5$ cm para a sub-parcela de indivíduos de regeneração estabelecidas (sub-parcela 18). Os diâmetros foram remedidos nos pontos de medição sinalizados pelas equipas de medição (estabelecimento), e em caso desse ponto de medição estar incorrectamente identificado, a equipe de garantia de qualidade anotava o ponto em que a medição deveria ter lugar. Para casos em que por alguma razão a árvore tivesse sido esquecida durante o estabelecimento, a equipe fazia um novo registo da árvore em questão. As remedições foram todas feitas recorrendo a uma fita diamétrica, em centímetros, de precisão de uma casa decimal.

- Altura total e do fuste das árvores (ht e hf)

A ht foi medida a partir da distância vertical tomada desde o nível do solo (base da árvore) até ao ápice da árvore (considerado também como ápice da copa), e para o caso da hf foi medida a partir da distância vertical tomada desde o nível do solo até à base das primeiras ramificações verdes. Estas variáveis foram medidas usando a barra altimétrica.

- Posição real dos indivíduos (distâncias x e y):

A medição das distâncias x e y de cada indivíduo arbóreo foi feita na direcção Sul-Norte/Norte-Sul, e sempre tomando como referência para o eixo “Y” a linha do lado esquerdo da sub-parcela. Para efeitos de medição, usou-se a fita métrica, em centímetros, de precisão de uma casa decimal.

2.3. Análise de dados

Para o efeito de análise dos dados das remedições, primeiramente os dados foram submetidos a uma análise exploratória, cujo objectivo foi de identificar possíveis anomalias dos dados colectados durante a monitoria, para sua posterior correcção, caso se aplique; seguido pela inserção dos mesmos dados com os dados provenientes do estabelecimento.

As análises dos dados das variáveis dap, ht, hf e distâncias x e y provenientes das duas medições (estabelecimento e controlo de qualidade) foram feitas com recurso ao pacote Excel do software *Microsoft office*. A análise consistiu em determinar as diferenças das variáveis acima citadas entre as medidas das duas equipas (D%) para cada indivíduo medido, bem como estabelecer uma comparação dos parâmetros estatísticos dos dados das duas medições, e foram usados os seguintes parâmetros: medidas de tendência central e de dispersão. A fórmula usada para o cálculo da diferença das medidas das árvores individuais é apresentada a seguir (equação 1)

$$D_i = \left| \frac{y_i - x_i}{y_i} \right| * 100 \quad (1)$$

Em que:

D_i = diferença em % entre a medida obtida pela equipa de garantia de qualidade e a equipa de estabelecimento da PAP, correspondente à árvore i ;

x_i = medida da árvore i obtida pela equipa de estabelecimento da PAP;

y_i = medida da árvore i obtida pela equipa de garantia de qualidade da PAP.

Como forma de facilitar a interpretação dos resultados, foi estabelecida uma categoria de classificação das diferenças obtidas, e foram estabelecidos quatro intervalos de classificação

do grau de proximidade das duas medições (estabelecimento e garantia de qualidade), conforme apresentado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Escala de classificação da diferença das medições de garantia de qualidade e estabelecimento.

Intervalo (%)	Classificação
0	Perfeito
]0 – 5]	Muito bom
]5 – 10]	Bom
≥ 10	Mau

Os dados da monitoria da parcela (avaliação da qualidade) foram analisados através da presença, frequência e diferenças dos parâmetros descritos na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Parâmetros usados na análise de dados da monitoria da parcela IM01.

Parâmetro	Critério de avaliação	Variáveis avaliadas
Presença	Presença ou ausência	Ponto de referência Ponto principal Marcos (presença/coordenadas/afixação) Zona tampão Vestígios de levantamento do solo Codificação (sequência/duplicidade/erro) Placas (presença/orientação/altura/afixação) Medições omissas Erro de medição Erro de inclusão das medições
Frequência	Número de vezes de situações incorrectas	Marcos (presença/coordenadas/afixação) Vestígios de levantamento do solo Codificação (sequência/duplicidade/erro) Placas (presença/orientação/afixação) Medições omissas Erro de medição Erro de inclusão das medições
Diferenças	Desvio em relação às distâncias estabelecidas no manual	Distâncias x e y das árvores

A presença focou-se na análise da presença ou ausência da variável em questão, não se importando com quantas vezes ela ocorreu. A frequência procurou avaliar quantas vezes uma determinada situação tida como incorrecta ocorreu e a diferença procurou avaliar os desvios (erros) percentuais das distâncias x e y em relação ao estabelecido no manual de estabelecimento das PAPs, e para o cálculo dos desvios foi usada a seguinte equação (equação):

$$E_i = \left| \frac{y-x_i}{y} \right| * 100 \quad (2)$$

Em que:

E_i = erro % da distância i em relação ao estabelecido no manual de estabelecimento das PAPs;

x_i = distância x ou y da sub-parcela i obtida pela equipa de garantia de qualidade;

y = distância x ou y da sub-parcela i estabelecida no manual de estabelecimento das PAPs, 10 m quando se estiver a tratar de x ou 20 m quando se estiver a tratar de y .

3. RESULTADOS

3.1. Monitoria da parcela

No que se refere à qualidade da parcela, a monitoria feita na PAP MT01 no Parque Nacional de Maputo, encontrou os seguintes aspectos:

○ Localização

No que tange a variável localização, não foi encontrado na parcela MT01 o ponto de referência (PR), foi apenas encontrado o ponto principal da parcela (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo dos aspectos relacionados com a localização encontrados na PAP GL04.

Variável	Avaliação
Localização do PR	Não foi encontrado
Localização do PP	Encontrado

Embora não tenha sido encontrado o PR, a falta do mesmo não dificultou a localização do PP, pois a equipa tinha as coordenadas do mesmo. Embora o descrito anteriormente, não se dispensa a necessidade dos PR nas futuras parcelas a serem instaladas.

- **Marcação da parcela, das sub-parcelas e zona tampão**

No que concerne à localização da parcela, a monitoria constatou que a parcela monitorada foi estabelecida na direção Sul-Norte, com um azimute de 0°, conforme a recomendação do manual de estabelecimento de parcelas de amostragem permanentes.

A análise das distâncias dos eixos x e y das sub-parcelas que compõem a parcela, mostrou um ligeiro desvio das distâncias dos dois eixos, sendo o maior desvio encontrado no eixo y com cerca de 0.34% e menor no eixo x com 0.26% (Tabela 4). Todos os desvios encontrados das distâncias dos dois eixos encontram-se dentro do intervalo recomendado de erro, que é abaixo de 10%.

Tabela 4: Avaliação do erro das distâncias x e y das subparcelas remedidas na parcela MT01.

Sub-parcela	Distância - x	Distância - y	Erro_Distância -x [%]	Erro_Distância -y [%]
12	9.95	20.04	-0.5%	0.2%
36	10.02	20.03	0.2%	0.2%
45	10	20	0.0%	0.0%
48	10.18	19.95	1.8%	-0.3%
6	10.07	20	0.7%	0.0%
Média	10.04	20.00	0.6%	0.1%

Nota: a média foi obtida pelo módulo dos valores de cada coluna.

A avaliação do estado dos marcos na parcela IM01 mostrou que todos 66 vértices que compõem a parcela têm marcos no solo e com coordenadas cartesianas escritas nelas (Tabela 5). No entanto, nesta parcela houve 9 marcos que não estavam bem fixos no solo.

Tabela 5: Resumo da situação dos marcos na parcela MT01.

Marco no vértice			Marco fixo			Coordenadas cartesianas		
Não	Sim	Erro [%]	Não	Sim	Erro [%]	Não	Sim	Erro [%]
0	66	0	9	57	15.8	0	68	0.0

Com relação a avaliação da presença ou não da zona tampão, foi encontrado arredores da parcel em analise uma zona tampão de largura de pelo menos de 25 m. Para além da presença da zona tampão, também foi encontrado vestígios do local onde os estudos de solos foram feitos.

- **Marcação das árvores**

Durante a monitoria, foi encontrada uma árvore (subparcela X31, indivíduo 3) que estava morta e sem ligação à base, pelo que não deveria ter sido medida (Figura 1)



Figura 1: Árvore X31-3 que estava morta e sem ligação à base.

Com relação às placas, foram encontrados problemas com orientação das placas (1 subparcela), presença de placas encostadas à casca das árvores (39 subparcelas), e a presença de placas caídas ou ausentes (3 subparcelas) (Tabela 6). Dos problemas apresentados o mais grave foi o das placas encostadas às árvores, não só pela frequência de subparcelas afectadas, mas pelo nº de árvores com este problema. No total foram encontradas 308 placas muito encostadas às árvores, o que equivale a 48% dos indivíduos marcados.

Tabela 6: Frequência dos problemas das placas.

Face correcta das placas			Placas encostadas as árvores			Placas caídas e/ou ausentes		
Não	Sim	Erro [%]	Não	Sim	Erro [%]	Não	Sim	Erro [%]
1	51	2.0	5	39	78.0	49	3	6.0

Nota: os números apenas se referem a frequência do problema na sub-parcela, ou seja, presença ou ausência do problema, não exactamente quantas vezes ele ocorreu.

3.2. Remedição das árvores

Atendendo e considerando todas as variáveis (dap, altura total, altura do fuste, distâncias x e y) remedidas nas árvores encontradas nas 5 subparcelas aleatorizadas na PAP MT01, obteve-se a seguinte percentagem de classificação (tabela 8).

Tabela 8: Classificação das variáveis remedida na PAP MT01.

Classificação	DAP	Altura total	Altura do fuste	Distância x	Distância y
Perfeito (%)	29.2	1.1	5.6	4.5	6.7
Muito bom (%)	61.8	32.2	25.8	61.8	52.8
Bom (%)	0.00	59.8	19.10	19.1	16.9
Mau (%)	9.0	6.9	49.4	14.6	23.6

Com base nos resultados acima (tabela 8) é possível notar que o DAP foi a variável que apresentou menos diferença entre as duas medições, com 91% das medições na categoria de Perfeito ou Muito Bom. Esta percentagem relativamente elevada de resultados satisfatórios pode ser justificada pelo facto de o DAP ser uma variável de fácil medição comparativamente às outras variáveis aqui consideradas.

A altura total (Ht), embora apresente uma baixa percentagem de medições perfeitas (1,1%), as medições muito boas (32,2%) e boas (59,8%) foram bastante positivas (92%) contrariamente a altura do fuste que apresentou uma alta percentagem de medições más (49,4%).

Em relação à posição real dos indivíduos (distâncias x e y), a tabela 8 mostra que a distancia x semelhante à altura total, apresentou uma maioria de casos de medições positivas (80,9%) em medições muito boas (61,8%) e boas (19,1%), e uma minoria de casos de medições pouco perfeitas (4,5%). Também se nota que a distância y tem uma % maior de medições Más, possivelmente por serem 20m em vez de 10m, o que aumenta a probabilidade de erro.

Sendo as árvores estáticas era de se esperar diferenças mínimas nas medidas das duas equipas para estas duas variáveis. Como forma de sanar e/ou diminuir esses erros relativos à posição real dos indivíduos, deve-se ter muita atenção ao sentido usado para medição das distâncias, ao quão bem esticadas estão as fitas métrica e ao ângulo de medição (espera-se que o ângulo

formado entre o ponto de leitura da distância e a árvore a medir seja recto, 90°). Entretanto, todos estes itens representam um desafio quando a equipe se depara com uma parcela com alguma inclinação, sem contar que o mínimo desvio da fita devido à vegetação baixa, já é por si só, uma fonte de erro.

A tabela 9 abaixo mostra as estatísticas descritivas feitas para as duas medições (estabelecimento e na garantia de qualidade) da PAP MT01.

Tabela 9: Estatísticas descritivas dos dados obtidos no estabelecimento (dap1, ht1, hf1 e distâncias x1 e y1) e na remedição (dap2, ht2, hf2 e distâncias x2 e y2) da PAP MT01.

Estatísticas	DAP1	DAP2	Ht1	Ht2	Hf1	Hf2	distancia_x1	distancia_x2	distancia_y1	distancia_2
Média	16,12	15,86	2,77	2,56	6,76	7,82	5,20	5,03	10,18	9,69
Erro padrão	1,01	1,07	0,12	0,09	0,26	0,31	0,31	0,31	0,49	0,52
Desvio padrão	9,53	10,13	1,08	0,88	2,43	2,89	2,97	2,88	4,61	4,93
Variância da amostra	90,78	102,56	1,17	0,77	5,89	8,37	8,82	8,31	21,24	24,30
Intervalo	46,30	59,40	6,10	3,74	11,00	14,55	9,50	9,39	18,40	18,30
Mínimo	5,00	1,00	1,30	1,10	1,30	3,03	0,30	0,27	1,00	1,02
Máximo	51,30	60,40	7,40	4,84	12,30	17,58	9,80	9,66	19,40	19,32
CV (%)	59.10	63.85	39.03	34.27	35.88	36.98	57.14	57.33	45.27	50.89

A análise descritiva dos dados tem como objetivo identificar anomalias, até mesmo resultantes do registro incorreto de valores, e dados dispersos, aqueles que não seguem a tendência geral do restante do conjunto. Assim, com base na tabela 9, é possível observar que apesar do facto dos dados não mostrarem uma elevada variação da média, em relação ao desvio padrão que é uma variável que permite distinguir numericamente conjuntos de dados do mesmo tamanho, mesma e/ou diferente média, estes dados possuem variabilidades bastante diferentes.

Olhando para os valores dos coeficientes de variação (CV%), que permitem comparar dados com diferentes grandezas (unidades diferentes), para este caso específico, apenas o DAP2 teve coeficiente de variação acima de 60% e as restantes variáveis medidas tiveram valores abaixo de 60%. As variáveis distâncias x1, x2 e y2 assim como o DAP1 e DAP2, apresentaram uma elevada dispersão dos seus dados (acima de 50%) comparativamente as outras variáveis, com cerca de 57.14, 57.33, 50.89, 59.10 e 63.85% respectivamente. Reis e Reis (2002) defendem que quanto menor for o Coeficiente de Variação de um conjunto de dados, menor é a sua variabilidade e vice-versa. Este coeficiente expressa o quanto da escala de medida, representada pela média, é ocupada pelo desvio-padrão.

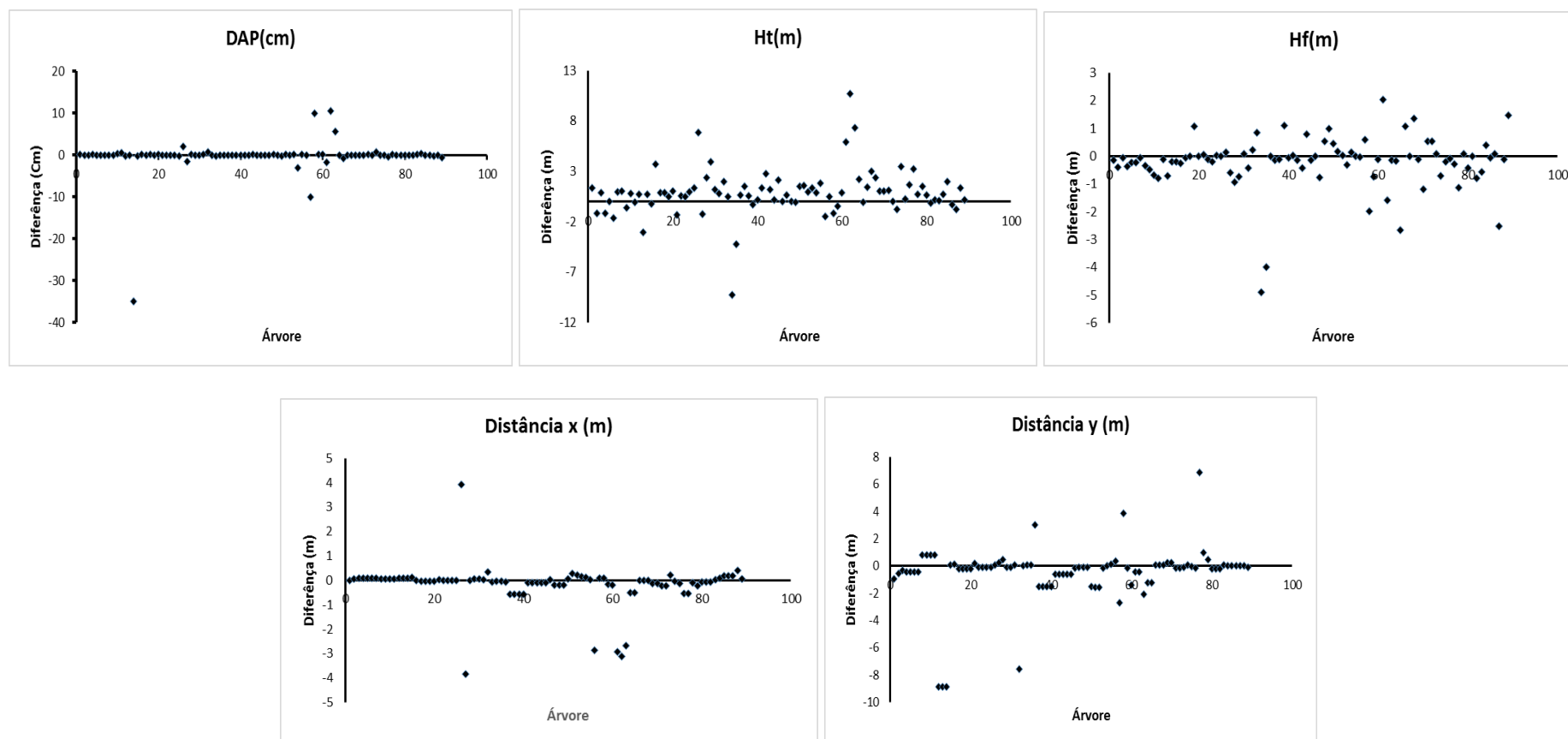


Figura 4. Comportamento das diferenças entre as medidas (valores absolutos) obtidas pela equipe de garantia de qualidade e a equipa de estabelecimento da PAP MT01 na Reserva de Maputo para as cinco (5) variáveis consideradas (DAP, Ht, Hf e as distâncias x e y).

Analisando a figura 4, observa-se que a maioria das observações apresentam diferenças homogeneamente distribuídas ao longo do eixo das abscissas, indicando que as sobrestimativas se anulam com as subestimativas. Entre as variáveis medidas o DAP apresentou valores mais homogêneos, apesar de existir um e outros valores dispersos. Contudo os dados das alturas totais e fuste, apresentam os dados mais dispersos quando comparado com as outras variáveis, com um ligeiro afastamento do eixo das abscissas. Observando os dados das duas equipes, suspeita-se que esta tendência seja derivada da dificuldade para medir as alturas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de monitoria permitiu chegar às seguintes considerações finais:

- Embora os pequenos desvios relacionados com a instalação da parcela, a parcela foi instalada dentro dos padrões estabelecidos pelo manual de instalação de parcelas de amostragem permanentes, o que leva a considerar que as mesmas apresentam dados com uma acurácia aceitável para qualquer tipo de análise.
- O DAP apresentou excelentes resultados, relativos à diferença das medidas das equipas de estabelecimento e garantia de qualidade da PAP.
- A altura total e a medição da posição real dos indivíduos (distâncias x e y) apresentaram resultados satisfatórios.
- A altura do fuste apresentou resultados pouco satisfatórios. Recomenda-se uma reavaliação dos procedimentos de medição desta variável, para reduzir a subjectividade.

5. RECOMENDAÇÕES

O trabalho de monitoria permitiu chegar as seguintes recomendações:

- Insta-se novamente que se substitua a altura comercial referida na ficha de campo, pela altura do fuste (definida no manual de estabelecimento e garantia de qualidade das PAPs como a primeira ramificação verde acima do DAP);
- Exorta-se novamente que se clarifique para ambas as equipas, o que é considerado ramificação verde para-se definir a altura do fuste, embora exista o desenho ilustrativo no manual de estabelecimento das PAPs, a realidade encontrada no campo é muito diferente da espelhada no manual;
- Reforço do controlo de qualidade durante a fase de estabelecimento das parcelas (capítulo 12 do manual das PAPs). Isso vai permitir que situações como, o erro na atribuição de códigos, bem como de inclusão de árvores em determinadas sub-parcelas seja minimizado.
- Necessidade de incluir a suta como um material de medição, isso durante a instalação, monitoria, bem como durante as remedições, pois existem casos em que algumas árvores pela sua natureza não permitem o uso da fita diamétrica.
- Actualização da base de dados conforme as correções feitas durante o trabalho de monitoria da qualidade da PAP MT01.