

FORNECIMENTO DE ÁGUA E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM FORÇAS NACIONAIS DESTACADAS

César Pestana ^{a1}, Filipa Ferreira ^b, Carlos Afonso ^a

^a CINAMIL - Centro de Investigação da Academia Militar, Academia Militar, Lisboa, Portugal.

^b Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

ABSTRACT

Water supply and wastewater disposal are core functions in a field camp that directly influence the way the forces deployed to an operation are able to maintain their readiness and effectiveness and be successful.

Water consumption in a field camp can vary depending on the size and functionality of the deployed forces, climate, operational environment, and intended length of the operation. This Master thesis presents the methods for planning the water supply system, wastewater disposal and treatment in the context of field of operations.

Taking into account the contents of this work, we have carried out a case study related with the field camps involved in the UNIFIL military operation in Lebanon. This thesis described the geographical context of the country where is analysed its situation in terms of sanitation, which has provided with valuable information for deciding on the best location for the camp.

The case study focused on the design of the water supply and wastewater disposal networks, and on the appropriate treatment systems. Suggestions were made as regards some changes in its layout, diameter of the wastewater drainage network, and in the geometry of the existing septic tank, as it was oversized. Due to the absence of effluent treatment, which has harmful consequences on the environment, we also suggested the use of a landfill with a filter system as a supplementary treatment device.

Keywords: Wastewater disposal; treatment devices; water supply; field; military operation.

¹ O presente artigo resultou do trabalho desenvolvido para a Dissertação de Mestrado elaborada pelo autor.
Email para contacto: pestana.cb@mail.exercito.pt

RESUMO

O abastecimento de água e drenagem de águas residuais são funções essenciais num aquartelamento de campanha. Estas funções influenciam diretamente a manutenção da prontidão e eficácia de uma força militar destacada para uma operação e conseqüente sucesso da mesma.

O consumo de água em campanha pode ser variável consoante o tamanho e funcionalidade da força destacada, clima, ambiente operacional e tempo de permanência previsto para a operação. Apresenta-se neste trabalho de uma metodologia de planeamento do sistema de abastecimento de água, do sistema de drenagem e dos órgãos de tratamento de águas residuais, aplicáveis a situações de campanha.

Considerando o conteúdo deste trabalho foi realizado um caso de estudo relacionado com o aquartelamento de campanha realizado no âmbito da operação militar da UNIFIL, no Líbano. Faz-se ainda o enquadramento geográfico do país e a análise da sua situação relativamente ao saneamento, informações essas que podem ser muito importantes na decisão da melhor localização para o aquartelamento.

Na análise do caso de estudo procedeu-se ao dimensionamento das redes de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais e dos órgãos de tratamento adequados. Foram sugeridas algumas alterações no traçado, diâmetros da rede de drenagem de águas residuais, assim como na geometria da fossa séptica existente no local, pois encontrava-se sobredimensionada. Devido à ausência de tratamento do efluente dela proveniente, o que é nocivo a nível ambiental, sugeriu-se ainda a aplicação de um aterro filtrante como órgão de tratamento complementar.

Palavras-chave: Drenagem de águas residuais; órgãos de tratamento; abastecimento de água; campanha; operação militar.

1. INTRODUÇÃO

Durante as últimas duas décadas tem-se vindo a verificar uma tendência do sistema internacional no sentido de que a segurança dos estados assente num modelo cooperativo, cujo objetivo de manter a paz deixa de ser apenas a nível nacional mas também a nível internacional. É neste contexto que as Forças Armadas Portuguesas têm vindo a participar em diversas missões de apoio à paz, humanitárias e de resposta à crise, no âmbito de instituições como a Organização das Nações Unidas, a Aliança Atlântica (NATO) e a União Europeia (Maio et al., 2012). Em resposta às solicitações das organizações

internacionais poderá ser necessário a construção de um aquartelamento de campanha² para acomodar os militares destacados para a missão. Assim sendo, é necessário que este se adapte às características do teatro de operações sem que interfira com a prontidão da força militar, o que revela a importância do planeamento do aquartelamento, ainda em território nacional. A Engenharia Militar é a unidade militar responsável pelo planeamento do aquartelamento e por fazer com que este responda às necessidades da força em campanha. Como exemplo destas destacam-se o abastecimento de água, bem como a drenagem e tratamento de águas residuais. O presente trabalho surge da necessidade de colmatação da ausência de documentação disponível no Exército Português referente ao fornecimento de água e saneamento em campanha.

O consumo de água em campanha varia com o tamanho da unidade militar destacada, a funcionalidade da força militar, o clima, o ambiente operacional e o tempo de permanência no teatro de operações, fatores importantes para avaliar as necessidades de água de uma força nacional destacada e que devem fazer parte do planeamento da operação.

De igual modo, a drenagem de águas residuais assume uma grande importância no planeamento do aquartelamento, dada a sua relevância no que se refere à saúde dos militares e, conseqüentemente, ao sucesso da operação (Headquarters, Department of the Army, 2002). Apresenta-se neste documento as principais abordagens que devem ser realizadas no planeamento da drenagem de águas residuais em campanha, assim como a recomendação dos órgãos de tratamento e recolha, aplicáveis nesta situação.

Para que este documento possa ser utilizado como guia em operações futuras, apresenta-se um caso de estudo relativo a um aquartelamento realizado pela Engenharia Militar no Líbano, no âmbito da operação da UNIFIL³, tendo-se realizado, para fins académicos, o dimensionamento de uma rede de abastecimento de água e drenagem de águas residuais. Apresenta-se ainda, o dimensionamento da solução de tratamento de águas residuais preconizada, estendendo-se este cálculo aos vários escalões táticos, para aplicação em missões militares futuras.

² O termo “campanha” utiliza-se para descrever a altura em que as Forças Nacionais se encontram a realizar uma operação militar.

³ *United Nations Interim Force in Lebanon*.

2. ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CONTEXTO OPERACIONAL

A água é um recurso essencial não só para a sobrevivência humana, mas fundamental para a sustentabilidade e eficácia em combate de uma força militar (Force Development Directorate United States Army Combined Arms Support Command, 2008).

A água em campanha pode ser obtida do sector público (rede de abastecimento de água local) ou do sector privado (poços ou indústrias). Geralmente o abastecimento proveniente da rede pública é feito em tempo de paz, pelo que é de extrema relevância manter um bom relacionamento com a nação hospedeira, neste tipo de situações. Todavia, pode não ser possível a utilização destas fontes por questões operacionais, ou pode ser verificada a sua inexistência no teatro de operações, o que requer a procura de fontes alternativas para o abastecimento do aquartelamento, tais como a água subterrânea (realização de poços e furos), a água superficial (captação e tratamento de água de rios, lagos, lagoas e mar), água proveniente da precipitação (chuva e neve) ou, em último caso, e apenas para combate de incêndios ou descontaminação de material, águas residuais (STANAG 2885, 2010).

2.1. FATORES INTEGRANTE NO PLANEAMENTO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O planeamento do abastecimento de água de uma força nacional destacada surge com a determinação das necessidades de água exigidas para a sustentação da força, que se traduzem através de captações. Estas necessidades variam consoante o tamanho e funcionalidade da força, o clima, o ambiente operacional e o tempo de permanência no teatro de operações, fatores que devem ser tidos em conta no planeamento da operação.

Na análise dos fatores acima referidos deve considerar-se que as captações estão diferenciadas caso se trate de um nível mínimo ou de sustentação. O nível de sustentação consiste na quantidade de água que é necessária para manter a eficácia de uma força militar por um período superior a 7 dias. De acordo com este nível, todas as funções que exijam o consumo de água são satisfeitas nesse período sem qualquer degradação no consumo. O nível mínimo está associado a situações de escassez de água ou de combate intenso. O consumo nestas condições é o mínimo indispensável, garantindo-se apenas a quantidade mínima de água capaz de manter a eficácia da força por um período até 7 dias (Force Development Directorate United States Army Combined Arms Support Command, 2008).

O tamanho da força traduz-se no número de homens que integrará a força destacada para a missão. Este número influencia diretamente o consumo de água, sendo que este aumenta quanto maior o número de militares no teatro de operações. A Figura 1 apresenta a variação do consumo mínimo de água potável com o número de militares da força destacada, considerando um clima temperado e um ambiente operacional convencional.



Figura 1 - Relação entre número de militares que constituem a força destacada e o consumo por dia.

A quantidade de água necessária deve atender à necessidade da unidade militar destacada para o teatro de operações, que varia conforme a função que esta desempenha (Strategic Environmental Research and Development Program, 2010; Finabel Coordinating Committee, 2009). Uma unidade de Engenharia Militar, por exemplo, requer um aumento do consumo de água em comparação com outra unidade militar, devido à atividade de construção que esta exerce. O consumo de água, em campanha, difere consoante o clima do teatro de operações considerado. Em contexto operacional, o clima é classificado segundo três categorias principais: quente (tropical ou árido), temperado e ártico, sendo que estes estão associados a zonas espaciais do planeta, algumas das quais com temperaturas médias anuais muito distintas (Force Development Directorate United States Army Combined Arms Support Command, 2008). A Figura 2 representa as capitações de água potável, consoante o tipo de clima da região em que se desenvolve a operação militar, considerando um ambiente operacional convencional.

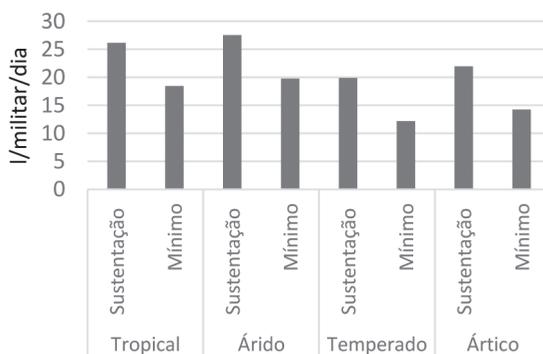


Figura 2 - Variação das captações mínimas e de sustentação por tipo de clima.

O ambiente operacional em que a força se encontra pode ser caracterizado como convencional ou regular e não-convencional ou irregular. O que diferencia o ambiente não convencional é a possibilidade de utilização de métodos não convencionais e meios para desgastar o adversário em vez de o derrotar através de confrontação direta convencional. As ações terroristas modernas são uma forma de guerra não convencional, caracterizando-se por serem imprevisíveis e por recorrerem a armas de destruição maciça e agentes NBQR⁴ (Finabel Coordinating Committee, 2009). As medidas de proteção contra este tipo de agentes incluem, além das medidas de deteção, medidas de higiene e sanitárias, entre as quais, a descontaminação pessoal e matérias. A água é utilizada para o processo de descontaminação, o que provoca um aumento do consumo da mesma, neste tipo de ambiente operacional (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Capitação (l/militar/dia) num teatro de operações não convencional (adaptada de Force Development Directorate United States Army Combined Arms Support Command, 2008).

Aplicação	Tropical	Árido	Temperado	Ártico
Beber	14,57	14,57	10,41	8,33
Descontaminação (Água potável)	3,97	8,10	3,97	3,97
Descontaminação (Água não potável)	7,27	Não Aplicável	7,27	7,27

⁴ Nucleares, Biológicos, Químicos e Radiológicos.

O consumo de água também aumenta com o nível de desenvolvimento do aquartelamento. Este aspeto está relacionado com o tempo de permanência no teatro de operações, durante o qual se desenvolve o aquartelamento, nomeadamente os serviços destinados a melhorar as condições de acomodação dos militares, como a lavandaria, refeitório, bar e local para lavagem de viaturas, provocando um aumento de consumo face a uma fase de desenvolvimento anterior (Stephen, 2013).

2.2. ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS VS. ÁGUA ENGARRAFADA

Nas operações militares do Iraque, Afeganistão, Líbano, entre outras, a água potável armazenada destinava-se sobretudo para higiene pessoal, confeção de alimentos, bar, lavagem de viaturas, enfermaria, instalações sanitárias e lavandaria, sendo que para ingestão era utilizada água engarrafada. A utilização de água engarrafada apresenta, no entanto, algumas desvantagens, tais como, o custo de transporte, a grande quantidade de água desperdiçada, a impossibilidade de garantir a qualidade da mesma no ponto de consumo, a necessidade de eliminação de resíduos e a ameaça terrorista inerente ao transporte para o aquartelamento. Contudo, também apresenta algumas vantagens, tais como, o aumento da flexibilidade no planeamento, o aumento da moral nos soldados, perceção por parte dos militares de qualidade de vida, o facto de requerer menos desenvolvimento da infraestrutura que constitui o aquartelamento e por poder ser transportada pelos militares (Headquarters, Department of the Army, 2005). O sistema de abastecimento de água através de furos profundos no teatro de operações é, segundo algumas fontes, mais rentável e sustentável. O nível de contaminação biológica e química das águas subterrâneas é geralmente baixo e não costuma ter uma grande variação com a sazonalidade (US Army Corps of Engineers, 2009), o que permite uma captação de água com grande qualidade. A captação de água através de furos ou a utilização de água engarrafada, como sistema de abastecimento de água dos aquartelamentos de campanha, deve ser estudada numa perspetiva económica, embora Headquarters, Department of the Army (2005) e US Army Corps of Engineers (2009) refiram o sistema de tratamento de água proveniente de furos como a melhor forma de abastecimento de água potável num aquartelamento militar, que garante igualmente água com qualidade (STANAG 2885, 2010).

3. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS EM CONTEXTO OPERACIONAL

No teatro de operações a drenagem de águas residuais assume uma grande responsabilidade na manutenção da eficácia da força. Uma deficiente drenagem pode comprometer a saúde dos militares e, conseqüentemente, o sucesso da operação (Headquarters, Department of the Army, 2002).

Segundo National Defence (2005), Headquarters, Department of the Army (2013) e Ministry of Defence (2008), quando não é possível a utilização da rede de drenagem pública em campanha, deve ser prevista a drenagem separada das águas cinzentas e das águas negras em campanha. Entende-se por águas cinzentas, as águas residuais provenientes dos processos domésticos, tais como a lavagem de roupa, banhos, higiene pessoal, confecção de alimentos, lavagem de veículos e pavimentos, ou resultantes de um equipamento de tratamento de água. Por sua vez, as águas negras são definidas como as águas residuais provenientes de latrinas, sendo estas compostas por matéria fecal e urina, ou seja, compostos de elevada carga orgânica (Ministry of Defence, 2008). Apesar de ser referido pelas referências militares anteriormente indicadas que deve ser feita a separação das águas negras e águas cinzentas em todo o período de campanha, é indicado para tratamento dos efluentes, métodos de tratamento e recolha, expeditos e muito rudimentares. Estes métodos são geralmente aplicados para um mínimo de 60 dias ou, quando a duração é superior a este período, como medida provisória, enquanto se dá a instalação da força no teatro de operações. Após este período são recomendadas soluções de tratamento correntes, como sistemas de lagunagem, fossa séptica ou uma ETAR (National Defence, Engineer, 2005; Headquarters, Department of the Army, 2013; Bowling et al., 2008), o que revela que, após os 60 dias do início da construção do aquartelamento, deverá ser implementada uma rede de drenagem doméstica corrente, sem separação de águas cinzentas e águas negras.

3.1. MÉTODOS EXPEDITOS PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZENTAS EM CAMPANHA

Os métodos expeditos de tratamento de águas cinzentas utilizados em campanha, nomeadamente pelo exército norte-americano, incluem poços de infiltração, trincheiras de infiltração e lagoas de evaporação. Estes métodos dependem das características do solo e do clima e apresentam, geralmente, capacidade suficiente para suportar os caudais gerados por balneários, lavandarias e cozinhas, por curtos períodos de tempo (Headquarters, Department of the Army, 2013). A opção por poços/trincheiras de infiltração (ver exemplo da Figura 3) ou lagoas de evaporação poderá ser impossibilitada num local com clima ár-

tico ou em terrenos cujo nível freático seja elevado. Caso nenhuma destas soluções seja viável deverão armazenar-se as águas cinzentas em reservatórios, onde posteriormente será feita a sua transferência para uma ETAR do sistema público ou de um aquartelamento militar localizado na nação hospedeira (Headquarters, Department of the Army, 2013).

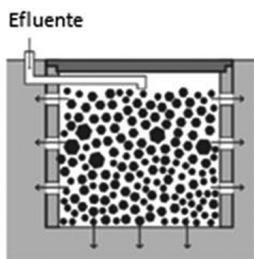


Figura 3 - Poço de infiltração (adaptada de Bartolomeu, 1996).

3.2. MÉTODOS EXPEDITOS PARA COLETA DE ÁGUAS NEGRAS EM CAMPANHA

Segundo Headquarters, Department of the Army (2013), a coleta de águas negras em campanha, deve ser realizada através de latrinas e sistemas semelhantes a urinóis, cuja forma de eliminação do escreta pode ser o aterro em fossas, poços, ou a queima do mesmo. A construção de latrinas deve atender sobretudo a considerações de localização, para não contaminar fontes de água potável e de alimentação, o que poderá causar um grande impacto na saúde dos militares e, por consequência, no sucesso da operação (National Defence, 2005). Os tipos de latrinas de campanha mais referenciados pelas fontes militares (Headquarters, Department of the Army, 2013; Ministry of Defence, 2008; Bowling, 2008) são as latrinas: químicas, straddle trench, profundas, com recurso a poço, de queima e de aterro (ver exemplo na Figura 4).



Figura 4 - Exemplo de uma latrina de campanha – latrina de queima (adaptada de National Defence, 2005).

A opção por um tipo de latrina de campanha depende sobretudo das características do solo (nível freático e permeabilidade) do teatro de operações (Headquarters, Department of the Army, 2013).

3.3. TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS PROVENIENTES DE UMA REDE DE DRENAGEM SEPARATIVA DOMÉSTICA EM CAMPANHA

Quando um aquartelamento possui capacidades que permitam um longo tempo de permanência pode ser construída uma rede de drenagem de águas residuais em vez de serem utilizados métodos expeditos. Se a jusante não for possível ligar a rede de drenagem a uma instalação de tratamento de águas residuais deverá ser desenvolvido um método para tratamento das águas residuais (Ministry of Defence, 2008).

Segundo Headquarters, Department of the Army (2013), os dois métodos mais utilizados para o tratamento de águas residuais são os sistemas de lagunagem ou o sistema de fossa séptica em combinação com um órgão de tratamento complementar a jusante, apesar de se considerar que o último sistema de tratamento é o mais recomendado em campanha.

4. CASO DE ESTUDO

O caso de estudo deste trabalho de mestrado relaciona-se com as infraestruturas de saneamento aplicadas a aquartelamentos de campanha, focando-se concretamente na missão da Engenharia Militar portuguesa no teatro de operações do Líbano. A sua análise pretende colmatar a ausência de documentação do Exército Português relativa ao dimensionamento das infraestruturas de saneamento em situações de campanha, tendo-se procedido ao planeamento e dimensionamento de redes de abastecimento e drenagem a serem instaladas no aquartelamento implementado no Líbano, bem como a escolha do método de tratamento mais adequado ao teatro de operações.

4.1. REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O dimensionamento da rede de abastecimento de água do aquartelamento em estudo é semelhante a uma instalação predial, tratando-se de uma rede ramificada, na qual é possível identificar o consumo existente em cada nó. Em cada nó de extremidade da rede existe uma instalação (lavandaria,

instalações sanitárias/balneários, cozinha/messe, bar/área social), ao qual é possível fazer corresponder determinados dispositivos como retretes, lavatórios, chuveiros, máquinas de lavar ou bocas de lavagem. De acordo com o RGSPDADAR⁵ 23/95, o dimensionamento das canalizações é determinado através do caudal de cálculo que corresponde ao produto do caudal instantâneo pelo coeficiente de simultaneidade⁶. No entanto, em situações de campanha, é previsível a utilização simultânea dos dispositivos instalados, pelo que o coeficiente de simultaneidade assumia um valor igual à unidade, não afetando portanto o dimensionamento. Assim sendo, o dimensionamento é feito com base nos caudais acumulados em cada canalização.

Para complementar o estudo da rede de abastecimento de água também se realizou o dimensionamento do reservatório. Para dimensionamento do reservatório foram aplicadas as capitações médias recomendadas pela NATO (presentes no *Guide for Field Accomodation*, 2008), à exceção da capitação do bar/área de lazer e da capitação necessária para as operações de construção. Sabendo que a capacidade existente era de seis reservatórios de 6000 L cada, ligados entre si, perfazendo um total de 36000 L (36 m³), foi possível concluir que este volume seria suficiente, segundo a metodologia adotada, para cerca de um dia e meio, caso o fornecimento de água pelos autotanques cessasse. Este resultado não apresenta qualquer segurança em campanha, pelo que bastaria um atraso ou um ataque ao fornecimento de água, para que algumas das funções básicas do aquartelamento que requeiram a utilização de água, fossem interrompidas. Assim recomenda-se que o reservatório tenha capacidade para pelo menos 7 dias de abastecimento, tempo suficiente para resolver uma possível situação de interrupção do abastecimento. No entanto, não é possível saber se a metodologia adotada é semelhante à realizada no planeamento da operação da UNIFIL, pois esta não se encontra documentada.

4.2. DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Para determinar o caudal de dimensionamento da rede de drenagem procedeu-se à identificação do caudal produzido por cada dispositivo (retretes, lavatórios, urinóis, torneiras e chuveiros), à semelhança do dimensionamento de uma rede predial. No entanto, com um coeficiente de simultaneidade igual à unidade, os caudais acumulados pelas instalações (cerca de 70 L/s)

⁵ Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

⁶ Fator que expressa a probabilidade de todos os dispositivos sanitários estarem em funcionamento ao mesmo tempo (Pedroso, 2008).

levariam a um dimensionamento muito conservativo, pelo que se adotou uma metodologia de dimensionamento equivalente à utilizada numa urbanização, abandonando a metodologia de dimensionamento predial. A primeira fase de dimensionamento consiste na determinação do caudal médio, obtido pelo produto das capitações médias de cada instalação (semelhantes às aplicadas no dimensionamento do reservatório) pelo número de militares (afetado pelo coeficiente de flutuação operacional) e pelo coeficiente de afluência de 0,80⁷. Todavia, segundo o RGSPDADR 23/95, a rede de drenagem deve ser dimensionada para o caudal de ponta instantâneo, pelo que o valor do caudal médio deve ser afetado pelo fator de ponta instantâneo.

Para tratamento primário do efluente foi implementado no local uma fossa séptica, o que face ao número de militares existentes no aquartelamento de campanha do Líbano representa uma boa solução, visto que esta é aplicável em pequenos aglomerados populacionais. Para efeitos do caso de estudo optou-se por dimensionar uma fossa séptica com 3 compartimentos (ver Figura 5), tendo-se obtido uma fossa com um volume útil cerca de 3,2 vezes inferior ao volume da fossa implementada no local.

Segundo os relatos de oficiais que estiveram presentes na missão do Líbano, a fossa existente no local (4 compartimentos, 105m³) era limpa semanalmente ou, por vezes, mais do que uma vez por semana, facto que era inexplicável face à capacidade da fossa existente. Assim sendo, procurou-se encontrar uma explicação para o ocorrido.

Através dos relatos foi possível entender que o efluente da fossa séptica era encaminhado através de uma conduta para fora do aquartelamento e descarregado diretamente no terreno. Além disso, é conhecido que o terreno do local é maioritariamente argiloso ou maciço rochoso (ou seja, com pouca permeabilidade), o que levou a que fosse estudada a possibilidade do efluente não estar a infiltrar-se no terreno, sobrecarregando a fossa séptica. Considerando esta hipótese, a fossa séptica funcionaria de forma semelhante a um reservatório, o que conduziu a que fosse determinado o número de dias necessários para que as águas residuais ocupassem o volume total da fossa existente, tendo-se obtido cerca de 9 dias, o que permite justificar a frequência excessiva de limpezas relatada.

⁷ Fator que corresponde à percentagem de água proveniente da rede distribuição (80%) que aflui à rede de drenagem (Sousa e Marques, 2011).

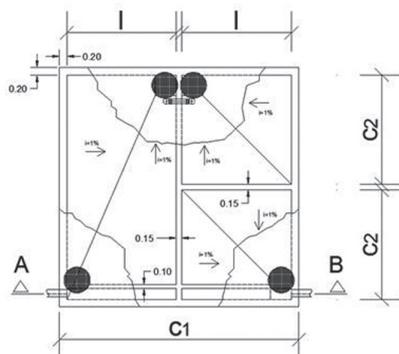


Figura 5 - Planta do modelo de fossa séptica proposto para o caso de estudo (adaptada de Bartolomeu, 1996).

Dada a possibilidade de entupimento a jusante da fossa séptica recomenda-se que seja adotado, para fins de campanha, no cálculo do volume útil da fossa séptica, um coeficiente de segurança de 3,5. Esta medida permitirá que a fossa suporte a receção de águas residuais, pelo menos durante uma semana, tempo suficiente para que o problema seja detetado e reparado. Assim sendo, propõe-se na Tabela 2, as dimensões necessárias à conceção de fossas sépticas, seguindo o modelo de fossa séptica indicado.

Tabela 2 - Dimensionamento da fossa séptica conforme o número de militares/escalão tático e considerando um fator de segurança de 3,5.

Escalão Tático	Nº Militares	Volume de cálculo (m³)	Volume Recomendado (m³)	Comprimentos Standard		Largura Standard l (m)	Altura do líquido al (m)	Septos		
				C1 (m)	C2 (m)			a1 (m)	a2 (m)	a3 (m)
Companhia	100	23,0	80,5	6,55	3,2	3,0	2,0	0,35	0,70	0,90
	150	34,5	120,8	7,95	3,9	3,9	2,0		0,70	
Batalhão	200	46,0	161,0	9,15	4,5	4,5	2,0		0,70	1,10
	300	69,0	241,5	11,15	5,5	5,5	2,0		0,80	
	400	92,0	322,0	12,75	6,3	6,3	2,0		0,90	
	500	115,0	402,5	14,35	7,1	7,1	2,0		0,90	
	>500	Não Aplicável								

Procedeu-se ainda ao dimensionamento de dois órgãos de tratamento complementares à fossa séptica, no entanto, e já que o solo local é pouco permeável, seria necessário que se adotassem grandes dimensões para os elementos que dependam da percolação do solo, como as trincheiras e poços de infiltração, abandonando assim a hipótese de implementação destes elementos.

As trincheiras filtrantes também são uma solução possível, embora para um aquartelamento de aproximadamente 150 militares levaria a uma construção complexa, morosa e levaria a uma grande necessidade de espaço. A opção por plataformas de evapotranspiração em campanha também não seria a melhor opção, visto que este órgão de tratamento requer uma grande área de implantação e a sua conceção é dispendiosa. Assim sendo, conclui-se que a solução mais adequada ao presente caso de estudo seria um aterro filtrante. (ver Figura 6), tendo-se procedido ao seu dimensionamento. À semelhança do que foi realizado com a fossa séptica optou-se por estender o cálculo para vários escalões táticos (ver Tabela 3), com base no modelo apresentado, contribuindo assim para agilizar o dimensionamento em situações futuras.

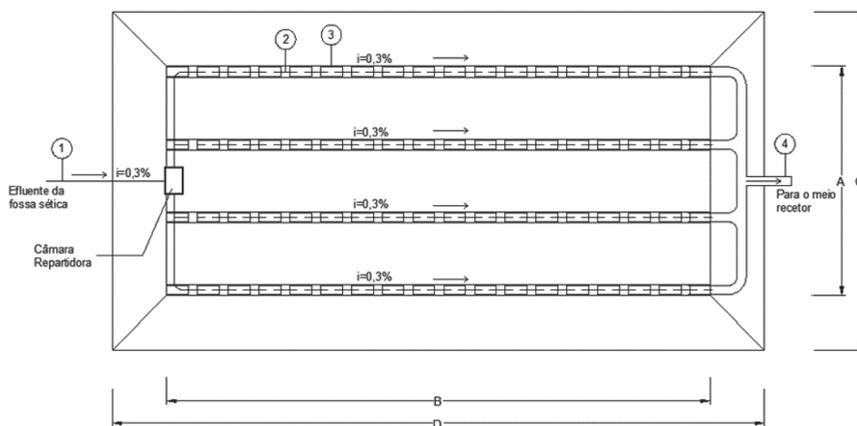


Figura 6 - Planta esquemática do aterro filtrante proposto para o caso de estudo (adaptado de Bartolomeu, 1996).

Tabela 3 - Dimensionamento do aterro filtrante consoante o número de militares/escalão tático.

Escalão Tático	Nº Homens	Área do plano de distribuição do aterro (m ²)	Dimensões (m)			
			A	B	C	D
Companhia	100	250	8,3	30	11,3	33
	150	375	12,5	30	15,5	33
	200	500	16,7	30	19,7	33
Batalhão	300	750	25	30	28	33
	400	1000	26,3	38	29,3	41
	500	1250	33	38	36	41

5. CONCLUSÕES

O planeamento do abastecimento de água deve atender aos fatores que poderão provocar alterações no consumo, numa situação de campanha, tais como, o tamanho da força e a sua funcionalidade, o clima, o ambiente operacional e o tempo de permanência.

Face ao histórico das operações militares portuguesas e norte-americanas é possível verificar que a água engarrafada é um recurso que tem vindo a ser bastante utilizado, no entanto, deve ser ponderada a nível económico com o abastecimento de água através de um furo, visto que é uma alternativa considerada como mais rentável e sustentável, segundo algumas referências militares. A drenagem e tratamento de águas residuais devem assumir um papel fundamental no planeamento do aquartelamento, pois uma deficiente drenagem pode comprometer a saúde dos militares e conseqüentemente o sucesso da operação. O caso de estudo deste trabalho é relacionado com o aquartelamento militar construído na operação militar do Líbano. Este caso de estudo permitiu, para fins académicos, o dimensionamento das redes de abastecimento de água e drenagem de águas residuais de um aquartelamento de campanha, assim como a escolha do órgão de tratamento (complementar à fossa séptica), mais adequado. Os resultados obtidos neste caso de estudo permitiram ainda realizar determinadas recomendações que permitem agilizar o processo de dimensionamento de órgãos de tratamento em situações futuras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTOLOMEU, Fernando (1996). “Tecnologias de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais Apropriadas a Pequenos Aglomerados até 5000 Habitantes”. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

BOWLING, Curtis, LAVONEN, Eero, SALESTRAND, Jan (2008). “Environmental Guidebook For Military Operations”. Joint publication by US DoD, MoD Finland and Swedish Armed Forces.

MAIO, Hermínio, FERNANDES, Monteiro, PIRES, Manuel, COUTO, Vale, ALMEIDA, João, COSTA, Martins, PIO, Carlos (2012). “Ao Serviço da Paz: A Engenharia Militar Portuguesa na UNIFIL”. Escola Prática de Engenharia, Tancos, Portugal.

FCC (2009). “Field Camps of Forces Deployed on Operations: Harmonisation of Selection Criteria for Sites and Improvement of Their Protection”. European Union, Finabel Coordinating Committee, G.27.R, Brussels.

FCC (2007). “Water Supply on Operations”. Finabel Coordinating Committee, G.24.R , European Union.

FDDUSA (2008). “Potable Water Consumption Planning Factors By Environmental Region and Command Level”. Force Development Directorate United States Army Combined Arms Support Command, Water Planning Guide 23801-1809.

DoA (1990). “Water Supply in Theaters of Operations”. Headquarters, Department of the Army, FM 10-52, USA.

DoA (2005). “Sanitary Control and Surveillance of Field Water Supplies”. Headquarters, Department of the Army, TB MED 577, USA.

DoA (2013). “Waste Management for Deployed Forces”. Headquarters, Department of the Army, TM 3-34.56, USA.

DoA (2002). “Unit Field Sanitation Team”. Headquarters, Department of the Army, TM 4-25.12, USA.

Makinen, E. (2008). “Land Capability Group7 on Battlefield Mobility and Engineer Support”. NATO Guide for Field Accommodation.

MoD (2008). “Operational Accommodation”. Ministry of Defence, 71867, vol VII.

ND (2005). “Accommodation, Installations and Engineer Services”. National Defense, Engineer Field Manual, vol 12.

LEAL, Fernando (2011). “A Guerra Irregular – A Conspiração do Silêncio no séc. XXI”. Revista Militar.

STANAG 2885 (2010). MILENG, Emergency Supply of Water in Operations Ed. 5. NATO Standardization Agency.

MALONEY, Stephen, EDGAR, Smith, GERDES, Hay K., GARY, Kinnevan, KURT, K., JAMES, L., & ANDERSON, H. (2013). “Baseline Water Demand at Forward Operating Bases” U.S. Army Corps of Engineers.

DoD (2010). “Strategic Environmental Research and Development Program (SERDP), Sustainable Forward Operating Bases”. Department of Defense , USA.

ACE (2009). “Base Camp Development in Theater of Operations”. US Army Corps of Engineers, EP 1105-3-1, USA.

César Pestana é Tenente de Engenharia e Mestre em Engenharia Militar pela Academia Militar.

Filipa Ferreira é Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georrecursos, Instituto Superior Técnico. Desenvolve as suas atividades de investigação no Centro de Estudos de Hidrossistemas (CEHIDRO).

Carlos Afonso é Tenente Coronel de Engenharia. Atualmente desempenha funções como Diretor de Curso e Professor de Engenharia Militar na Academia Militar. Desenvolve as suas atividades de investigação no CINAMIL.

