

4

A Logística Expedicionária na Construção e Montagem de Dutos Terrestres

Construção de dutos são obras lineares de grande extensão, atravessando frequentemente regiões com características variáveis, em termos de relevo, vegetação, urbanização e condições geológicas. Em cada novo trecho, encontram-se realidades diferentes, pois o traçado do duto passa por cidades, com suas respectivas áreas de influência, áreas rurais, estradas, florestas, rios e lagos, existindo sempre fatos inesperados, por melhor que tenham sido planejadas as atividades.

Obras de construção e montagem de dutos terrestres se caracterizam pela distribuição espacial ao longo do tempo, ou seja, os recursos fluem para as frentes de obra, que se deslocam continuamente deixando para trás o produto acabado (duto construído). Esta mobilidade do local de produção exige dos sistemas de logística uma complexidade ímpar se comparado com uma fábrica estacionária na qual os recursos entram por um lado e os produtos acabados saem por outro.

Obras dessa natureza apresentam importantes diferenças de uma linha de produção convencional. Nesta, ocorre o deslocamento dos insumos, que são transformados no produto final. Naquela, ocorre o deslocamento permanente de máquinas, equipamentos, veículos pesados, pessoas, alojamentos, alimentos e energia, por locais sem infra-estrutura de acesso, à medida que a matéria-prima (tubos) vai se transformando em produto final (duto). Ou seja, nas obras não-lineares o processo ocorre intramuros; já a construção de dutos é uma obra itinerante, na qual a linha de produção desloca-se em função do avanço da construção. Neste aspecto, esse processo é similar às operações militares.

Devido às características desse tipo de obra, o abastecimento dos materiais nela empregados, dos bens de subsistência, medicamentos, mão-de-obra, combustível para os veículos pesados, entre outros, ao longo da faixa de dutos, durante toda a construção, também assume características próprias. O mesmo ocorre com a armazenagem e distribuição dos insumos e materiais empregados na obra.

Um problema encontrado nesse tipo de obra refere-se ao controle do fluxo de materiais, aqui incluídos suprimentos e ferramentas, devido ao fato de a construção ocorrer simultaneamente em várias frentes de trabalho. O ambiente da construção favorece a perda de materiais e ferramentas, assim como gera dificuldades na distribuição de suprimentos quando comparado, por exemplo, ao da indústria de processo, pois o trabalho acontece em um ambiente em constante mudança, diferentemente do trabalho que é realizado em atividades não-lineares.

A exemplo das operações militares, as obras de construção e montagem de dutos também se deslocam geograficamente ao longo do tempo. Por isso, vislumbrou-se a possibilidade de utilização dos conceitos de um sistema de logística expedicionária, cuja implementação deve estar de acordo com os parâmetros de tempo e espaço.

Baseado na logística expedicionária, faz-se a determinação do tempo da solicitação dos recursos logísticos para os níveis superiores e a sincronização da distribuição desses recursos para frente de obra.

Aqui, faz-se mister conhecer as taxas de consumo e o *lead-time* (Kress, 2002), que envolvem a entrega de um recurso no campo desde o seu pedido, para que a demanda seja atendida no tempo certo, de forma que o pedido de recursos a níveis superiores seja programado para o recurso não faltar, uma vez que sabemos quanto tempo irá demorar para o mesmo chegar a linha de frente. Essa é uma questão que deve ser implementada, pois não representa a realidade de hoje na obra. O conhecimento das taxas de consumo e *lead-time* facilita a execução do abastecimento. Quando aborda-se obras de dutos e faz-se sua comparação com uma operação militar, é possível adaptar da logística expedicionária ações usadas nas atividades de abastecimento dos materiais empregados na obra, dos bens de subsistência, medicamentos, mão-de-obra e combustível para os veículos pesados. Essas ações englobam reabastecimento de consumíveis, reabastecer combustível, consertar equipamento, suprir refeições e prestar assistência médica.(Kress, 2002)

4.1 Componentes Logísticos na Obra de Dutos

De acordo com a logística expedicionária, um sistema logístico deve apresentar os seguintes componentes: processos, linhas de comunicação, cenário de apoio, recursos logísticos e meios de transporte. (Kress, 2002)

Assim, adaptando-se os conceitos da logística expedicionária para um sistema logístico em obras de dutos conforme apresentado no item 3.4.2.4, identificam-se os seguintes componentes:

4.1.1 Processos

- Processo de construção, ou seja, transformação de matéria-prima (tubos) em produto acabado (duto), que é o principal processo da obra. O tubo é a entrada do processo e vai se transformando em duto ao longo do tempo por meio das atividades de abertura de pista, curvamento, soldagem, abertura de vala, abaixamento, preenchimento e demais trabalhos complementares a essas atividades;

- Processo de consumo de insumos. Na obra, há um intenso fluxo de insumos que precisam ser entregues durante a execução das atividades. É necessária ser feita a definição das taxas de consumo desses insumos para que eles sejam distribuídos de acordo com as necessidades de produção, evitando-se estoques ociosos. Esse processo engloba o consumo de materiais necessários no processo de construção, de materiais que serão consumidos, como, por exemplo, soldas, e de materiais que serão transformados, como é o caso dos tubos. Inclui ainda, o consumo de alimentos necessários para a mão-de-obra do processo de construção e o consumo de energia necessária para o trabalho nos canteiros de apoio e para o funcionamento de equipamentos;

- Processo de manutenção de equipamentos. Para a construção e montagem do duto, é necessário utilizar diversos equipamentos pesados de construção, de difícil deslocamento, que são abastecidos e tem toda sua manutenção feita na pista de trabalho. O processo de manutenção deve ser bem estruturado e

realizado preventivamente, de forma que as paradas não causem atrasos na produção.

- Processo de deslocamento de mão-de-obra, máquinas e materiais. As obras lineares se caracterizam por apresentar deslocamento intenso e permanente de materiais, máquinas, equipamentos, pessoas e suprimentos em geral, em todas as suas etapas.

Ao longo de toda a obra, esses deslocamentos ocorrem diariamente. O deslocamento de materiais ocorre do fornecedor para o canteiro de obras e desse para frente de obra, onde são conduzidas as atividades de construção. O deslocamento de mão-de-obra é realizado diariamente do canteiro de apoio para a frente de obra e vice-versa e ao longo do traçado do duto, à medida que as atividades vão progredindo. O deslocamento de máquinas é feito uma vez até o local do traçado do duto e, a partir daí, vai se deslocando, ao longo do traçado, conforme o andamento das atividades.

A seguir, estão desenhados os diagramas dos deslocamentos mencionados:

a) Deslocamento de mão-de-obra

O deslocamento de mão-de-obra começa na fase de mobilização, quando os trabalhadores são recrutados. Esse recrutamento ocorre uma vez na fase inicial. A partir da mobilização inicial, os trabalhadores ficam mobilizados na região onde ocorre a obra; depois, deslocam-se para o canteiro de apoio central, sendo, posteriormente, encaminhados para frente de obra. Há casos em que os trabalhadores ficam em alojamentos, devido à distância do local onde ocorre a obra, e então se deslocam dos alojamentos para os canteiros. Existem outros casos em que há necessidade de canteiros auxiliares. O deslocamento para os canteiros e desses para a frente de obra ocorre diariamente.

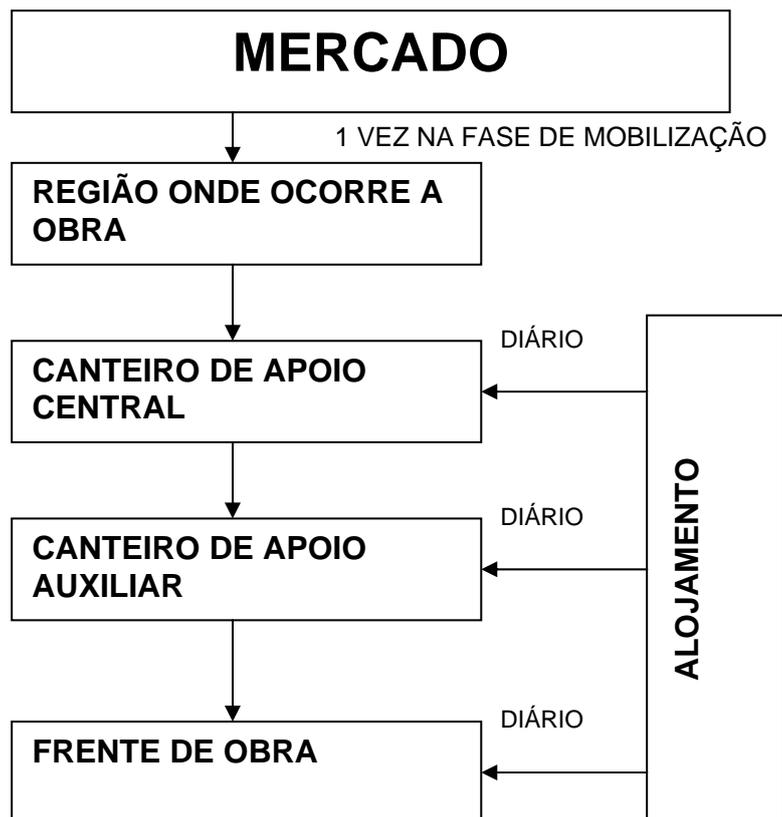


Ilustração 20 – Diagrama de deslocamento de mão-de-obra

b) Deslocamento de Máquinas

O deslocamento de máquinas inicia-se nos fabricantes ou locadores, que podem ser internacionais ou nacionais. As máquinas são levadas para a região onde serão utilizadas na construção e, a partir daí, seguem o caminho, passando pelos canteiros de apoio até a frente de obra. Se os fabricantes ou locadores forem regionais ou locais, as máquinas serão deslocadas diretamente para o canteiro de apoio. Quanto aos equipamentos pesados de difícil deslocamento, eles são levados diretamente para a frente de obra e vão se deslocando junto com a construção, à medida que a obra for progredindo.

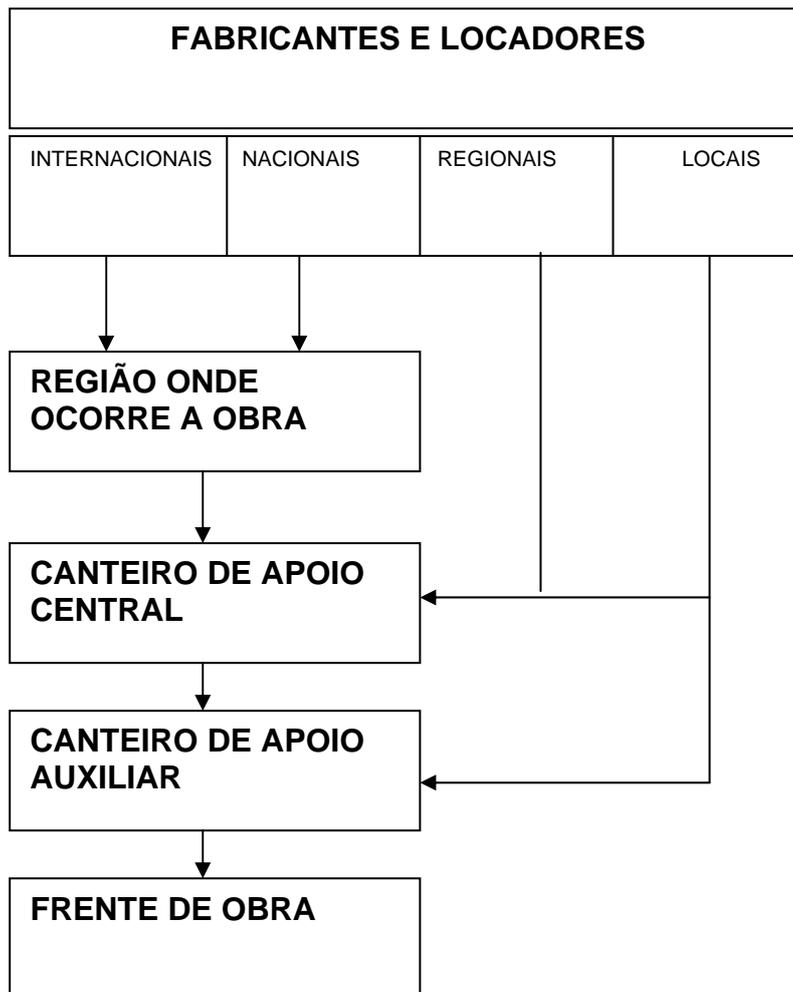


Ilustração 201 – Diagrama de deslocamento de máquinas

c) Deslocamento de materiais

O deslocamento de componentes, insumos e consumíveis em geral pode começar a partir de um fornecedor internacional ou nacional. Esses materiais serão entregues em uma área de armazenamento quando for necessário, como é o caso dos tubos para a construção, ou diretamente nos canteiros de apoio, onde deve existir espaço apropriado de armazenagem para itens de pequeno porte. A partir daí, serão deslocados para as frentes de obra, conforme a necessidade de produção.

Os tubos, maiores materiais a serem transportados para a linha de frente, são inicialmente mantidos na área de armazenamento e, somente após a fase de abertura de vala, são colocados ao longo da faixa, pois são materiais pesados e

de difícil transporte, o que prejudica o uso normal da área do entorno em que estão sendo construídos.

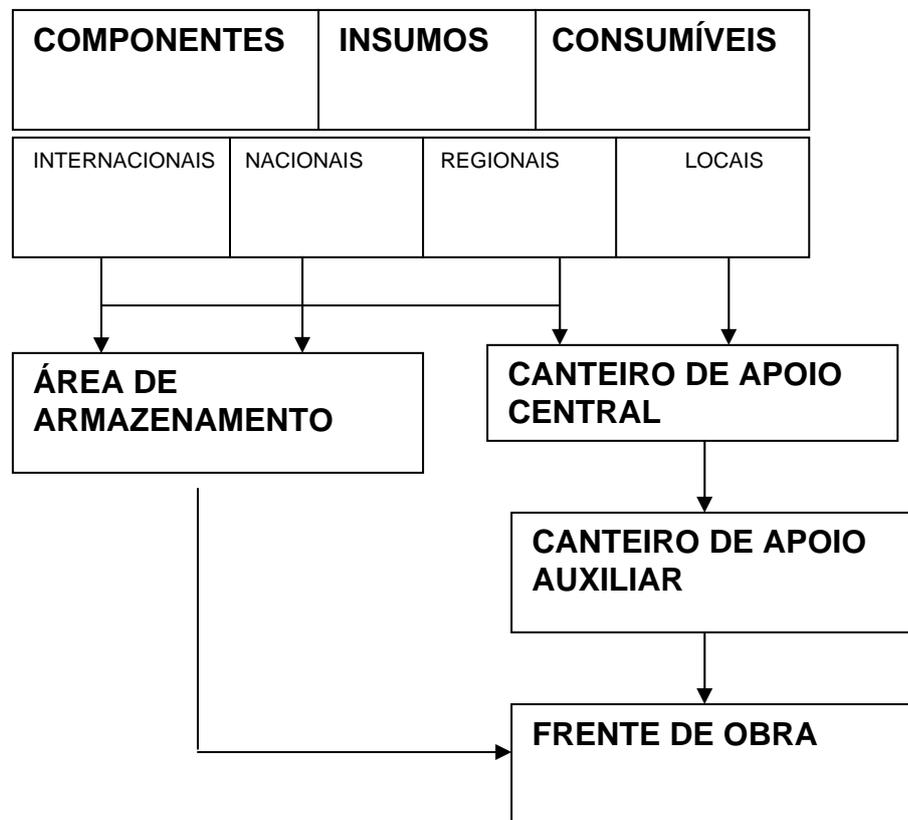


Ilustração 22 – Diagrama de deslocamento de materiais

4.1.2

Linhas de comunicação

- Estradas de acesso. Essas estradas têm que ser construídas ou são usadas estradas abandonadas, linhas de trem, trilhas e estradas rurais. Elas são necessárias para o deslocamento em áreas isoladas, onde não há uma rodovia estadual ou federal, ou qualquer estrada pré – existente. Muitas vezes são feitos apenas acessos temporários, que são usados somente durante a obra; outras vezes, os acessos temporários viram estradas, que são aproveitadas como uma melhoria no local onde o duto está sendo construído;

- Estradas que levam dos canteiros às frentes de obra. Nesse caso, são estradas pré-existentes utilizadas pela população e aproveitadas para o deslocamento de recursos;

- Rodovias estaduais e federais. São as rodovias já existentes, ligação dos grandes centros, de onde vêm os recursos, com o local onde acontece a obra.

4.1.3 Cenário de apoio

- Canteiros de apoio, que são os canteiros de obra propriamente ditos. Geralmente possuem refeitório, almoxarifado, oficina, depósitos de máquinas, equipamentos e materiais, ambulatório, escritório de projetos e administração, entre outros. Dependendo da região na qual a obra é realizada, pode possuir também alojamento. Esses canteiros ficam localizados próximos aos locais de obra e a quantidade de canteiros dependerá da extensão do duto. Eles são o ponto intermediário entre a frente de obra e a sede do empreendimento. Devem contar com toda a infra-estrutura de apoio necessária para a obra. O canteiro de apoio também funciona como uma ligação entre as diversas frentes de trabalho. O canteiro é o ponto-base, onde ocorre a divisão do trabalho. Os trabalhadores chegam ao canteiro e são conduzidos às frentes de trabalho; ao fim do dia, retornam ao canteiro.

Os canteiros de apoio devem contar ainda com veículos de transporte de carga e pessoas, pequeno estoque de ferramentas, combustível, peças de reposição.

A escolha dos locais dos canteiros de obras em empreendimentos lineares depende de uma série de fatores que diretamente envolvem procedência da mão-de-obra especializada, facilidades locais e proximidade de locais de habitação.

- Áreas de armazenamento de tubos. Essas áreas são necessárias devido à grande dimensão dos tubos usados na obra, que necessitam de armazenamento especial. Para isso, são utilizadas áreas de armazenamento de tubos, onde é feita a inspeção e o controle dos materiais recebidos. Nessas áreas, deve haver ainda equipamento especial para o descarregamento dos caminhões e os tubos devem ficar estocados até serem levados para a frente de obra. Nessas áreas, são mantidos pessoal e equipamentos adequados ao manuseio dos tubos.

- Sede do empreendimento, onde são conduzidas as atividades de apoio que dão suporte à obra, englobando as atividades de planejamento, contratação, compra, pessoal, financeiro e projeto. Essas atividades são necessárias para a composição da infra-estrutura de apoio e para o suporte ao longo das atividades de construção.

4.1.4

Recursos logísticos

- Mão-de-obra. São as pessoas diretamente ligadas às atividades de construção e montagem de dutos, que se deslocam diariamente na frente de obra, ao longo do desenvolvimento da construção, e as pessoas responsáveis pelo transporte de outras pessoas, materiais e demais recursos;

- Materiais. São os recursos utilizados na construção, como o tubo que será transformado em duto e outros materiais necessários para a construção e montagem, que serão deslocados dos canteiros para a frente de obra e ao longo do desenvolvimento das atividades, conforme a frente de obra for se movimentando;

- Veículos. Uma das características da obra de construção de dutos que dificulta o fluxo de material é a sua realização, normalmente, em áreas isoladas. Por isso, as viagens, ao longo do traçado do duto e conseqüentemente, entre o canteiro de apoio e a frente de obra, são feitas em veículos especiais, como os com tração nas quatro rodas (4X4), os caminhões ou os veículos de terra. São usados tanto veículos leves para o transporte de pessoas, como veículos de grande porte, (caminhões de cargas, por ex.), para o transporte de tubos e equipamentos. Os veículos são necessários para o transporte de todos os outros recursos, no deslocamento diário do canteiro de apoio para a frente de obra;

- Ferramentas. São recursos levados diariamente do canteiro central, canteiros auxiliares e áreas de armazenamento para a frente de obra, pois seu uso é constante e devem ter apropriado lugar de estoque. Esse recurso deve estar sempre disponível para que sua falta não cause atrasos na obra. Na obra de dutos, surgem dificuldades nos casos em que há necessidade de reposição de uma

ferramenta danificada, pois esse processo, aparentemente simples, pode demorar significativamente, pelo fato de o canteiro de apoio estar situado a uma distância grande do local da obra.

- Suprimentos em geral. Esses recursos englobam desde os suprimentos empregados na obra, como por exemplo, os lubrificantes para os equipamentos até os alimentos e a água para os trabalhadores. Paralelamente às atividades de construção propriamente ditas, deve haver o abastecimento de refeições para os trabalhadores do campo, no tempo certo, evitando-se desgastes desnecessários que possam vir a reduzir a força de trabalho durante a construção. Esses recursos abrangem, também, assistência médica, com vistas a garantir a segurança e o resgate em caso de acidente, no tempo certo. Todos esses suprimentos devem ser consumidos diariamente, sem os quais o andamento das atividades fica prejudicado.

Os equipamentos e as máquinas devem ser abastecidos e lubrificados na pista de trabalho, em função de seus pesos e das longas distâncias envolvidas. Por isso, o combustível necessário para estes tipos de veículo é um dos suprimentos levados para frente de obra.

4.1.5 Meios de transporte

- Veículos com tração nas quatro rodas (4X4). São recursos necessários para o transporte de pessoas ao longo da obra. É necessário o uso de veículos 4X4, pois os locais de obra não possuem infra-estrutura e muitas vezes são de difícil acesso;

- Caminhões de carga. São recursos necessários para o transporte de cargas pesadas, materiais e equipamentos para a frente de obra;

Os tubos são transportados da fábrica para as áreas de armazenamento e dessas para as frentes de obra. Nesta fase, há um intenso fluxo de caminhões especiais para o transporte dos tubos para o site e, também, o uso de grandes equipamentos, como guindastes e *sidebooms*, para carregar e descarregar os caminhões.

As necessidades diárias de produção determinam a quantidade de tubos a serem transportados para o site e, conseqüentemente, o número de caminhões para o transporte, influenciando, diretamente, no fluxo de transportes no *site*.

- Ambulâncias. Usadas em atendimentos de emergência caso haja alguma necessidade.

4.2

As Três Opções Logísticas aplicadas na Obra de Dutos

Assim como na obra de dutos, as operações militares também apresentam essa característica de deslocamento permanente precisando de abastecimento de suprimentos em vários pontos diferentes.

A logística expedicionária nos oferece três opções logísticas no deslocamento de materiais durante as atividades, que funcionam bem na obra de dutos, conforme o item 3.4.2.2.

A primeira opção aplica-se aos casos em que o próprio material retirado do local da obra é utilizado para fazer a reconstituição do local, como é o caso do nivelamento. Nesta fase, retira-se a camada superficial do solo, em que o solo é armazenado para posteriormente ser devolvido ao lugar de origem. A primeira opção é pouco usada em obra de dutos.

A segunda opção logística pode ser usada no fluxo diário de ferramentas. Os pequenos grupos de trabalhadores, que se dividem entre as diversas atividades e nas simultâneas linhas de frente, carregam as ferramentas de acordo com a necessidade diária, as quais devem ficar sob sua responsabilidade. O mesmo deve ser feito com relação às necessidades diárias de alimentação e água, nos casos em que não é possível voltar ao canteiro de apoio onde se encontram os refeitórios.

Baseado nos objetivos mencionados anteriormente, a opção que melhor apóia a obra de dutos é a terceira. Essa opção pode ser usada no fluxo de materiais, que devem ser recebidos numa área, para que seja feito o controle de qualidade e, de acordo com as necessidades de produção, armazenados ou distribuídos nos diversos pontos da obra. Esse é o caso dos tubos, que são materiais que não podem chegar da fábrica diretamente para a linha de frente,

pois qualquer atraso na sua entrega gera atraso na obra como um todo. A terceira opção pode apoiar a maioria dos materiais pesados, que precisam de espaço e apropriado meio de transporte. No caso da alimentação e distribuição de água, a melhor opção é levar de uma área base para campo, restringindo os casos onde usaremos a segunda opção por serem, como por exemplo, locais de difícil acesso.

Para facilitar a implementação da terceira opção, é fundamental que se mantenha uma contínua, segura e efetiva linha de comunicação entre o canteiro de apoio e a linha de frente.

A dependência das linhas de frente dos suprimentos enviados do local de apoio deve permanecer apenas até o momento em que não houver prejuízo às operações, pois a obra não pode parar devido a um atraso na entrega dos suprimentos, dos materiais ou de qualquer outro recurso.

O emprego da terceira opção deve garantir que o apoio esteja disponível quando necessário. As limitações do uso da terceira opção podem ser solucionadas mediante a combinação de capacidades complementares fornecidas pelas duas outras opções.

O objetivo logístico dessas atividades é fazer com que a quantidade certa de cada um dos itens mencionados chegue ao destino final, no tempo certo. Toda distribuição de materiais, insumos, suprimentos deve ocorrer de forma enxuta, ou seja, sem excessos ou faltas.

As atividades de abastecimento devem estar em perfeita sincronia com o andamento da obra, de forma a não ocorrerem atrasos que possam prejudicar a conclusão das atividades de construção.

Para uma boa avaliação do planejamento de fluxo de materiais seria conveniente registrar os incidentes inesperados na entrega de materiais, definindo o responsável e qual ação foi tomada e, quando possível, calcular o custo daquele incidente.

4.3 Macrologística e Planejamento estratégico

A falta de um planejamento integrado para os processos logísticos da obra de dutos gera trabalho improdutivo, caracterizado por grande desperdício de

recursos. A quantidade de insumos que entra (*input*) é muito maior que a quantidade de insumos que sai (*output*), o que gera a improdutividade. Na obra de dutos evidencia-se o prejuízo do custo e do prazo quando se prioriza a qualidade.

Atualmente, o mercado de construções de grande porte no estado do Rio de Janeiro está muito aquecido devido às obras do Plano de Antecipação de gás - Plangás, que corresponde a mais de 10 obras de grande porte, incluindo gasodutos, oleodutos, estações de compressão e terminais, as obras do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - Comperj, além da indústria naval.

O problema originário do aquecimento do mercado de obras de construção de grande porte, como são as obras de dutos, atualmente, é a escassez de equipamentos no mercado. Esses equipamentos, necessários em grande quantidade, têm que ser mobilizados em curto espaço de tempo.

O aquecimento do mercado exige mão-de-obra especializada para as atividades, pois é fundamental que os trabalhadores estejam preparados para trabalhar de forma segura e recebam treinamento adequado. Entretanto, tem havido, também, indisponibilidade de mão-de-obra, o que faz com que o custo e o prazo planejados fiquem prejudicados.

O planejamento estratégico da obra deve definir a macrologística, ou seja, como será a estrutura de distribuição de suprimentos e serviços, mobilização e transporte de bens, e ainda, contar com provisão de suprimentos, serviços e meios de transporte, de modo que a demanda seja atendida com prontidão, evitando-se paradas e possíveis atrasos na obra.

O planejamento deve estabelecer uma estratégia que maximize a razão *output/input*, de forma a acabar ou diminuir significativamente os processos improdutivos da obra, aumentando sua eficiência.

Em obras desse tipo, deve-se levar em consideração a ocorrência de inúmeros eventos imprevistos e mudanças ao longo das operações, que necessitam do apoio devido. Faz-se mister considerar, por exemplo, as paralisações devido a chuva.

É importante que a estrutura seja financiável e não torne o orçamento da obra mais caro. Para isso, o planejamento de uma obra de dutos pode aproveitar um conceito muito usado na logística expedicionária, que é o conceito de logística de cooperação, em que se pode distribuir o apoio logístico dividindo

serviços e atividades logísticas. (Juskowiak; Wharton, 2004) Assim, recursos já existentes seriam usados no apoio logístico e não ficariam subutilizados e ociosos. Isso pode fazer com que haja redução de custos na implantação de uma estrutura logística.

A macrologística consiste na definição da infra-estrutura logística a ser empregada no campo. Essa infra-estrutura é dividida conforme abaixo e, para a obra de dutos, deve possuir aspectos particulares.

a) Tecnologia

O desenvolvimento de inovações em logística na obra de dutos está voltado para a modernização dos meios de entrega de materiais, movimentação de cargas pesadas, mão-de-obra e insumos, áreas de armazenamento, e sistemas de rastreabilidade da carga. É necessário também o desenvolvimento de inovações para veículos de transporte de tubos.

Hoje, já existem meios que permitem rastrear cargas via satélite e sistemas inteligentes para o gerenciamento das operações de transporte, nos quais o veículo pode ser monitorado, assim como o trajeto dos materiais.

Uma obra de dutos, atualmente, não possui infra-estrutura tecnológica voltada para o desenvolvimento logístico das atividades. Há necessidade de pesquisas com esse fim e, pode-se contar com as empreiteiras que executarão a obra e com o pessoal que é recrutado nas universidades e cursos técnicos.

b) Industrial

Quando se trata de obra de dutos, a infra-estrutura industrial abrange um determinado grupo de empresas que possui *know-how* para fazer esse tipo de serviço. Porém, no que se refere à logística, a infra-estrutura tecnológica reflete sua deficiência nessa área. Para alcançar uma melhora na infra-estrutura industrial, no aspecto logístico, deve-se primeiramente investir na criação de infra-estrutura tecnológica; assim, conseqüentemente será elevado o nível de serviços logísticos nas indústrias que constroem dutos.

c) Inventário

Para a definição da infra-estrutura de inventário em obra de dutos, deve-se considerar a grande variedade de materiais e equipamentos que existe nesse tipo de obra. Os tubos, por exemplo, necessitam de espaço especial para armazenamento, devem estar armazenados em local estratégico e devem contar com uma boa infra-estrutura de transporte.

Os materiais, em geral, devem contar com uma infra-estrutura de inventário que permita a manutenção de quantidades suficientes para suprir eventuais necessidades e eventos não programados.

d) Transporte

Compõem a infra-estrutura de transporte de uma obra de dutos, veículos de passeio, veículos com tração nas quatro rodas (4x4) e caminhões de diversos tipos.

Na definição da infra-estrutura, devem ser mapeadas as rodovias estaduais e federais existentes ao longo do traçado do duto e que serão usadas no transporte dos suprimentos, materiais, equipamentos pesados. Deverão ser quantificados os tubos, que necessitarão de planejamento de transporte diferenciado. As estradas de acesso aos locais de obra devem ser definidas e, muitas vezes, devem ser abertas vias de acesso para determinados locais.

e) Serviços Médicos

A infra-estrutura médica deve contar com um posto médico no canteiro de apoio, para o atendimento de primeiros socorros, e com transporte adequado, que deverá estar sempre disponível para atender emergências com rapidez, uma vez que obras dessa natureza acontecem em lugares afastados e o ambiente é de risco.

f) Comando, Controle, Comunicação, Sistemas e Informação

Essa infra-estrutura diz respeito ao modo como a logística é gerenciada e controlada. Mais uma vez, em se tratando de obra de dutos, a carência de infra-estrutura tecnológica produz reflexos nesta área. Devem ser desenvolvidos meios por meio dos quais as informações possam ser armazenadas, processadas e distribuídas, para que seja feito um adequado controle de todas as atividades logísticas. Na obra de dutos, não existem sistemas que possam controlar as atividades logísticas de forma que os dados sejam armazenados, processados, analisados e usados na melhoria dessas atividades.

Mais adiante, será apresentada uma sugestão de como deve ser conduzido o cenário de distribuição, com base nas semelhanças encontradas entre a logística expedicionária e a obra de dutos. Dessa forma, pode-se definir um sistema de apoio conforme a rede global de uma estrutura de logística expedicionária. Esse sistema deve apresentar os seguintes itens(AIR FORCE JOURNAL O LOGISTICS, 2000):

a) Locações, onde são conduzidas operações com recursos distribuídos que apóiam diferentes linhas de tempo. Na obra de dutos, essas locações são representadas pelas frentes de obra, onde é realizada a obra propriamente dita. Existe mais de uma frente de obra trabalhando ao mesmo tempo. Muitas vezes ocorre de cada uma encontrar-se em um estágio diferente da obra.

b) Locações de estoque, de manutenção e de reparo.

Para que as atividades na frente de obra sejam desenvolvidas em tempo hábil e sem atrasos, em virtude de problemas como falta de insumos, paradas de equipamentos e conseqüentes paradas na produção, é necessário que as locações de estoque, manutenção e reparo estejam próximas às locações onde são conduzidas as operações.

c) Locações de apoio, com diferentes processos e recursos de apoio.

As locações de apoio preocupar-se-ão com a provisão ou fornecimento de refeições, apoio médico, escritórios de administração, entre outros. Essa locação deverá estar posicionada geograficamente de forma a apoiar diferentes frentes de obra ou, então, deverão ser providenciadas mais de uma locação de apoio, dependendo da extensão do duto. A localização deve prever o uso de facilidades locais, de modo que o seu custo possa ser diminuído. Na obra de dutos, estas locações podem ser representadas pelos canteiros de apoio.

d) Rede de transporte conectando as locações entre si.

A rede de transporte será a ligação entre as locações e deverá estar sempre disponível para atender as necessidades de todas as locações de forma eficiente.

e) Sistema para coordenar a entrega de recursos, organizar transporte e atividades de apoio e para promover reação rápida em cenários de mudança. A estrutura desse sistema é proposta a seguir.

4.4 Cenário de distribuição

A definição do cenário de distribuição determina como deverá ser conduzido o gerenciamento de materiais e de movimento, que pode ser entendido como os deslocamentos de materiais, equipamentos e mão-de-obra.

Essa definição consiste em estabelecer como serão conduzidas as atividades logísticas no campo.

Previamente, é necessário que haja informações suficientes do local e das facilidades existentes na obra. Essas informações referem-se a estradas existentes na região, necessidade de espaço de trabalho, método de construção empregado, condições da região onde acontece a obra, entre outras. Essas informações, além de determinar como será o gerenciamento de materiais e de movimento, podem ser usadas na definição da localização dos canteiros de apoio, se haverá necessidade de alojamentos para os trabalhadores e como será feito o transporte de materiais e mão-de-obra.

Um sistema de distribuição deve ser baseado em oito princípios básicos, segundo a logística expedicionária, e conduzido de forma que o fluxo normal das atividades não seja interrompido (AIR FORCE JOURNAL OF LOGISTICS, 1999). Na obra de dutos, estes princípios devem possuir as seguintes características:

1-Gerenciamento centralizado – isso é necessário para que o gerenciamento englobe todo o processo e o fluxo das atividades não encontre barreiras. A centralização do sistema de distribuição permite identificar com mais facilidade onde estão os gargalos e proporciona maior agilidade no fluxo de informações.

2-Otimizar Infra-estrutura – Aqui, é proposta uma organização da infra-estrutura, a fim de aproveitar capacidades já existentes para o apoio logístico e verificar onde devem ser criadas novas capacidades.

3-Velocidade – Este princípio é importante para a melhora da confiabilidade do processo, o que influenciará diretamente nos princípios a seguir.

4-Redução do tempo de resposta – Num ambiente em constante mudança, como na obra de dutos, é necessário haver um sistema logístico que atenda prontamente às necessidades do consumidor e não atrase a entrega de suprimentos. Todo o planejamento deve ser feito de forma que os imprevistos possam ser solucionados, sem prejudicar o andamento da obra. Na obra de dutos, há que se considerar fatores como a dificuldade de transporte para lugares de difícil acesso, acessos precários, travessia de rios e risco de uma variedade de acidentes.

5-Minimizar estoque de matéria-prima– Utilizam-se hoje na obra de dutos grandes áreas de armazenamento para o estoque dos tubos que serão usados na obra, em função de esses materiais serem de grande porte e estoque de materiais nas áreas de apoio. Definido o tempo de entrega e gerada a confiança no sistema,

fruto do correto planejamento da distribuição, a tendência é de redução do estoque ao mínimo necessário para o início das operações. Com isso, pode-se reduzir custos de estoque (imobilização de capital) e de armazenamento.

6-Entrega em tempo definido – esse princípio está diretamente ligado à minimização de estoque e ao gerenciamento de materiais. Ele reduz atrasos e evita estoques. Deve estar bem definido no planejamento e ser realizado em parceria com o fornecedor.

7-Maximização do resultado – é um subelemento da minimização do estoque de matéria-prima. Quando consegue-se definir no processo de distribuição a entrega no tempo certo, por meio de um sistema logístico enxuto, é possível minimizar os estoques e reduzir custos, maximizando resultados.

8-Fluxo contínuo e sem costuras – espera-se que este princípio seja obtido após a implantação dos princípios anteriores. O fluxo será contínuo quando os atrasos diminuírem e não houver interrupções no processo de distribuição. Este princípio visa à eliminação de gargalos.

4.5 Gerenciamento de materiais

Com o objetivo de satisfazer as necessidades do consumidor, aqui definidos como os trabalhadores na frente de obra que precisam dos materiais para executar seu trabalho; o sistema logístico deve contar com o gerenciamento integrado de materiais, que coordena materiais e fluxo de informação.

A coordenação de materiais deve garantir a entrega no lugar certo e na hora certa.

Por isso, devem ser definidos com precisão o tempo requerido para a entrega de materiais no *site*, o método de transporte e o equipamento requerido para descarga, assim como o método e o responsável pelo controle na chegada dos materiais no site.

Estas definições são muito importantes, principalmente porque há uma grande demora na obtenção dos materiais devido a maioria dos processos de aquisição ter que ser feito por meio de licitação, a não ser quando feitos diretamente pelas empresas contratadas para a construção.

As compras realizadas mediante processos licitatórios possuem prazos a serem cumpridos e exigem a adoção de uma série de procedimentos que fazem com que o planejamento tenha que ser elaborado com muita antecedência. Deve-se, ainda, considerar que alguns materiais e equipamentos são fabricados no exterior e, na maioria das vezes, sob encomenda. Todos esses tempos, incluindo o de transporte, têm que ser considerados no planejamento. Existe, também, a dificuldade de se obter alguns equipamentos usados na construção. Esse tipo de obra precisa de equipamentos específicos que não são fabricados em grande quantidade, havendo limitação no seu uso, o que faz com que as fases da obra que necessitam deles, aconteçam em um ritmo mais lento.

O planejamento deve considerar todas essas questões e ainda ser flexível para acompanhar o progresso da obra.

A correta definição do tempo de entrega fará com que os materiais cheguem ao *site*, no tempo certo e quando forem necessários. No caso da obra de dutos, a entrega de materiais deve ser planejada de forma a acompanhar o andamento da obra e as fases da construção. Em cada fase de construção, são necessários materiais específicos, que serão entregues pelo fornecedor, de acordo com a necessidade de consumo definida pelo responsável de suprimento. Esse planejamento prévio é um trabalho de parceria com o fornecedor, que poderá programar seus pedidos aos fabricantes de acordo com o tempo definido para entrega e a quantidade de consumo especificada. Essa parceria e planejamento prévio evitam tanto a falta de suprimentos quanto estoques excessivos. Nesse planejamento, deve haver um responsável pelo suprimento e um responsável pela solicitação de materiais no *site*, que irá verificar as necessidades de materiais, de acordo com possíveis adiantamentos ou atrasos na construção, e controlar a chegada dos materiais no *site*.

A inspeção do material a ser levado para o site deverá ser feita no canteiro de obras, que funciona como base de apoio.

A definição do melhor meio de transporte e do equipamento adequado para descarga envolve questões de segurança e de controle da qualidade dos materiais. Essas questões devem ser levadas em consideração no planejamento, de forma a evitar perda e danos nos materiais durante o seu transporte.

4.6 Gerenciamento das informações

Em relação ao fluxo de informações, a obra de dutos apresenta grandes dificuldades em manter um banco de dados confiável que contenha informações úteis para a identificação de limitações, gargalos, questões relacionadas a tempo e para a elaboração de um bom planejamento logístico. Não existe a prática de registrar *lead-times*, tempos de reabastecimento, tempos de manutenção de equipamentos, reposição de ferramentas ou tempos de transporte para os vários deslocamentos existentes.

Informações sobre controle de estoque, capacidade de transporte, tempo, taxas de consumo e serviço são pontos fracos a serem aprimorados. Não existem registros de controle de estoque, nem um sistema de estoque planejado. As taxas de consumo e serviços não são controladas ou registradas; dessa forma, não são conhecidas as reais necessidades da demanda para o seu perfeito atendimento. Através do conhecimento das taxas de consumo e serviço podemos diminuir o estoque e garantir a entrega de serviços e materiais no tempo certo.

Deve haver um controle de estoque bem estruturado que forneça informações sobre níveis de inventário, para que os materiais sejam entregues somente quando houver necessidade e o fluxo de transportes no *site* seja reduzido.

As informações sobre capacidade de transporte devem ser aprimoradas para que seu uso seja otimizado. Com isso, também é possível conseguir a diminuição do fluxo de transporte por meio da diminuição de viagens e dos custos com transportes.

O *lead-time* de cada operação deve ser conhecido, de forma que o planejamento logístico possa ser aperfeiçoado. Com essa informação, será possível melhorar a questão da entrega no tempo certo, pois serão conhecidos os tempos para cada operação de deslocamento.

O conhecimento dessas informações será útil no aprimoramento do apoio à construção, definindo pontos críticos e avaliando alternativas de ação.

Essas informações são chaves para o planejamento e a execução do apoio logístico.

Outra dificuldade surge em função do permanente deslocamento das atividades. Muitas vezes, atividades acontecerem em lugares distantes,

dificultam as informações em tempo real, necessárias ao gerenciamento dos meios de transporte e coordenação do fluxo logístico, assim como para eventos inesperados que possam vir a acontecer.

A principal fonte para a informação de demanda, atualmente, são os trabalhadores da linha de frente. Muitas vezes, esta informação é atrasada ou distorcida, fazendo com que, em alguns casos, as taxas de demanda sejam simuladas.

No fluxo de informações na rede logística, as informações de demanda, e as informações de como os recursos serão armazenados, transportados e distribuídos devem chegar a quem planeja o sistema, de forma que o tempo de ciclo dessas informações coincida com o tempo de ciclo do apoio logístico, para que elas não sejam transmitidas rápido demais, ou, pior, transmitidas com atraso, o que pode ocasionar retenções em toda a cadeia.

4.7 Gerenciamento da Velocidade

O gerenciamento da velocidade tem o objetivo de melhorar o fluxo de material e informação através dos processos.

Os benefícios do gerenciamento da velocidade estão em questões simples, de pedido, carregamento, tempo de reparo, entrega de materiais e tempos de deslocamentos em geral.

O gerenciamento da velocidade permitirá melhorar questões apresentadas anteriormente no que diz respeito ao tempo de fornecimento de certos materiais e equipamentos e redução de estoque que, normalmente, deve existir para garantir que não haverá falta de materiais na obra.

O gerenciamento da velocidade propõe que os processos atuais sejam mapeados; no entanto, algumas informações devem ser conhecidas para que se possa implementar esse conceito como, por exemplo, informações sobre estoques atuais e *lead-times* dos processos. Assim, será possível identificar os gargalos e as atividades que não agregam valor; conseqüentemente, essas atividades poderão ser eliminadas. Isto melhorará o fluxo de materiais e informação através do processo.

É necessário organizar o processo de planejamento do fluxo de materiais desde o fabricante até o *site* de uma forma mais eficiente. Atrasos de entrega de

materiais no site, perda e quebra de materiais levam a um baixo nível de produtividade.

O estoque em excesso existe, não apenas porque se leva muito tempo para receber o material necessário, mas também porque não se pode contar com um sistema de entrega no tempo certo.

A inclusão do gerenciamento da velocidade no planejamento fará com que os processos sejam mais confiáveis e as informações sirvam de base para previsões futuras, fazendo com que obtenha-se redução nos níveis de estoque. O planejamento de fornecimento de materiais e equipamentos poderá ser mais confiável se eles estiverem disponíveis no tempo certo ou momento oportuno.