

## 24.7 O CANAL DO PANAMÁ

Por sua importância, apresenta-se uma descrição sobre a grande obra do Canal de Partilha Interoceânico do Panamá. Três características naturais convergiram para que o Istmo do Panamá fosse o local propício: um istmo estreito, um rio caudaloso (Rio Chagres) e um regime de chuvas abundante. São 82 km de canal balizado com um jogo de eclusas do lado do Golfo do Panamá e um jogo do lado do Mar do Caribe. Tais eclusas levam os navios para a cota 26 m acima do nível do mar, no grande Lago Gatún, formado pelo barramento do Rio Chagres, e reserva de água para as eclusagens (cada uma consome 100.000 metros cúbicos de água doce). Outro desafio foi o Corte Culebra (divisor de águas), onde foram escavados 213 milhões de metros cúbicos de terra e rocha. Em 15 de agosto de 1914, o canal foi inaugurado com capacidade de operação para navios de 294,1 m x 32,31 m x 12,04 m em câmaras de 304,8 m x 33,5 m x 12,8 m. Em 26 de junho de 2016, foi inaugurado o Terceiro Jogo de Eclusas para atender aos navios Neo Panamax, que devem ter 366 m x 49 m x 15,0 m, com câmaras de 427 m x 55 m x 18,3 m, dispondo de bacias associadas economizadoras de água para reúso de até 60% do volume de água de uma eclusagem (197.000 metros cúbicos).

### 24.7.1 Descrição geral

Três características naturais convergiram para que o istmo do Panamá fosse o local propício para a implantação de um canal interoceânico: é estreito, tem um rio caudaloso e um regime de chuvas abundante (Figura 24.46). Este item foi em grande parte escrito em função dos depoimentos de Roque de Freitas e de informações obtidas nos museus da Cidade do Panamá.

Diferentemente do Canal de Suez, que foi implantado em nível em terras planas e fáceis de dragar do Egito pelo engenheiro francês Ferdinand de Lesseps e inaugurado em 1869, no Panamá essa concepção se revelou inviável. De fato, por iniciativa de Lesseps, em 1882, uma companhia francesa iniciou as obras para um canal em nível no istmo do Panamá. De 1882 a 1903, a empreitada francesa removeu mais de 60 milhões de metros cúbicos de terra e implantou os canais de navegação em ambas as entradas do canal – no Golfo do Panamá, no Oceano Pacífico, e no Mar do Caribe, no Oceano Atlântico. Entretanto, o maior desafio técnico se revelou em estabelecer o chamado Corte Culebra (ou Gaillard para os americanos) na formação de dura rocha basáltica com extensão de 12,7 km e 177 m de altitude sobre o nível do mar. A companhia francesa não tinha as máquinas e os meios para vencer esse desafio e vendeu, em 1904, para os americanos a concessão e o que restava de equipamentos.

A concretização do Canal do Panamá, que tem 82 km de extensão de canal balizado, deveu-se à tecnologia americana. Os americanos partiram para uma concepção completamente diferente da francesa, prevendo um jogo de eclusas no lado do Golfo do Panamá e um jogo no lado do Mar do

Caribe, que hoje são chamados de eclusas centenárias. Tais eclusas levariam as embarcações para uma cota de 26 m acima do nível do mar em um grande lago, que seria formado pelo barramento do Rio Chagres, próximo à sua foz no Mar do Caribe, caudaloso rio da região e principal tributário de água para manter o consumo de água das eclusagens. Esse lago foi denominado Gatún, nome de um afluente do Rio Chagres, sendo acessado pelo Mar do Caribe por um canal de aproximação e por três eclusas duplas sucessivas denominadas Gatún. A cota de Gatún já oscilou entre 24,56 m e 26,81 m, sendo que, na cota 26,67 m, armazena 775 milhões de metros cúbicos de água. Mesmo assim, o desafio do Corte Culebra foi imenso: entre 1907 e 1913 foram empregadas 30 mil toneladas de dinamite para retirar 153 milhões de metros cúbicos – em grande parte, de rocha basáltica – do corte (Figuras 24.47 a 24.50). Esse material escavado foi empregado na construção da Barragem de Gatún e dos molhes guias-correntes nos extremos do Canal do Panamá, no Oceano Pacífico (Figuras 24.51 e 24.52), no Oceano Atlântico e em vários outros aterros. Para o acesso pelo Golfo do Panamá, foi construído um segundo jogo de eclusas duplas. Assim, em 15 de agosto de 1914, o canal interoceânico foi inaugurado. A implantação de uma segunda represa (Barragem Madden) a montante do Rio Chagres criou, em 1935, o Lago Alajuela, a 76,81 m acima do nível do mar, com um armazenamento de 651 milhões de metros cúbicos de água, que permitiu uma regulação mais eficiente do suprimento de água para o Lago Gatún e a instalação de uma usina hidrelétrica. Em 31 de dezembro de 1999, toda a chamada zona do Canal do Panamá, 7,5 km de cada margem do canal sob administração norte-americana, retornou para a soberania do Panamá.

Em 1962, foi inaugurada a ponte das Américas, primeira ponte fixa a cruzar o Canal do Panamá, entre o Porto de Balboa e o emboque no Oceano Pacífico, com estrutura em arco em seu vão central de 344 m e 61,3 m de tirante de ar em maré alta (Figura 24.53). Logo a montante da ponte, encontram-se as principais instalações portuárias do Canal do Panamá em ambas as margens (Figuras 24.54 a 24.57).

Nas Figuras 24.58 a 24.68, está ilustrada uma elevação de um navio-tanque pelas duas Eclusas de Miraflores (16,5 m de desnível). As portas na extremidade de cada câmara são duplas (Figura 24.69), mas não são todas necessariamente operadas. Às margens do Lago Miraflores, situa-se uma usina termelétrica (Figura 24.70) e, findo este pequeno lago, encontram-se as Eclusas de Pedro Miguel (Figuras 24.71 e 24.72), a partir de onde se inicia o trecho do Corte Culebra (Figura 24.73 e 24.74), em cuja garganta insere-se a ponte Centenário, inaugurada em 2004, segunda ponte a cruzar o Canal do Panamá, com estrutura estaiada, vão central de 420 m e tirante de ar médio de 80 m.

### 24.7.2 Como funciona o Canal do Panamá

O Lago Gatún, com seu nível médio situado atualmente a 26,75 m acima do nível do mar, se constitui na reserva de água principal para todas as operações de eclusagem.

Cada eclusa do Canal do Panamá dispõe de portas duplas em suas extremidades, sendo as centenárias duas de busco (folhas duplas) e as do terceiro jogo de eclusas duas planas inteiriças. O Lago Gatún une-se ao Mar do Caribe, no Oceano Atlântico, por um canal de emboque de cerca de 10 km com um sistema sucessivo de eclusas em câmaras múltiplas duplas em 3 degraus e 32 portas (Eclusas Gatún), que demandam cerca de duas horas para elevar uma embarcação de grande porte. Para a ligação do Lago Gatún com o Oceano Pacífico, foi necessário, após cerca de 30 km de canal correspondente ao álveo inundado do Rio Chagres, romper com a elevação da cordilheira Centro-Americana em cerca de 13 km de comprimento, o denominado Corte Culebra, que é o trecho mais estreito do canal. Finalmente, para a ligação com o Oceano Pacífico, foram construídas as Eclusas de Pedro Miguel (uma ao lado da outra), com somente 1 degrau e 16 portas, ligando o Corte Culebra com o pequeno Lago Miraflores (1.600 m de extensão), em um desnível de 9,5 m, e as Eclusas Miraflores (duas lado a lado e 24 portas), ligando o Lago Miraflores ao canal de navegação que dá no emboque do Golfo do Panamá no Oceano Pacífico por meio de um canal de emboque. Nas eclusas centenárias, a variação do nível d'água é de cerca de 1 a 1,1 m por minuto, e a abertura e fechamento das portas se dá em 2,5 minutos.

Na sequência da Figura 24.75, apresenta-se o esquema de funcionamento das eclusas centenárias do Canal do Panamá:

1. Enquanto se aproxima um navio que transita do Mar do Caribe para o Golfo do Panamá, uma Eclusa Gatún inferior se prepara para recebê-lo, igualando o nível da câmara I com o nível do mar. Para tanto, abre-se a válvula A. Em oito minutos, vertem-se para o mar 100.000 m<sup>3</sup> de água doce procedentes do Lago Gatún.
2. Igualados os níveis, abrem-se as portas A e o navio entra na câmara I. Fecha-se a válvula A.
3. Com o navio na câmara I, fecham-se as portas A e, abrindo-se a válvula B, procede-se à elevação, igualando os níveis das câmaras I e II.
4. Igualados os níveis das câmaras I e II, abrem-se as portas B e o navio passa para a câmara II.
5. Fecham-se as portas B e a válvula B. Abrindo-se a válvula C, eleva-se o navio, igualando os níveis das câmaras II e III.
6. Igualados os níveis das câmaras II e III, abrem-se as portas C e o navio passa para a câmara III.
7. Fecham-se as portas C e a válvula C. Abrindo-se a válvula D, eleva-se o navio até o nível do Lago Gatún.
8. Abrem-se as portas D e o navio adentra ao Lago Gatún, navegando pelo Lago Gatún rumo ao Golfo do Panamá, no Oceano Pacífico. Para receber o próximo navio, volta-se a verter para o mar mais 100 mil m<sup>3</sup> de água doce.
9. Completado o percurso pelo lado do Pacífico, procede-se com a operação inversa, descendo o navio para o

nível do mar, vertendo outros 100 mil m<sup>3</sup> de água doce, também procedente do Lago Gatún. Exceto por pequenas variações em função das marés, que são mais altas no lado do Golfo do Panamá, a quantidade de água é basicamente a mesma para cada eclusagem, independentemente do tamanho do navio ou da câmara.

Os dois jogos de eclusas centenárias duplas permitiram que a operação do Canal do Panamá nunca fosse interrompida, pois permite sempre o funcionamento de, no mínimo, uma via, enquanto a outra encontra-se em manutenção. Nesse sistema original, as locomotoras elétricas (Figura 24.76) recebem energia da usina termelétrica às margens do Lago Miraflores e fazem as vezes dos freios de barcos com velocidade de reboque de três nós, pois cada uma passa dois cabos de arame de aço para o navio, que tem capacidade de 16 tf de carga máxima de trabalho, com cada locomotiva, denominadas de mulas, com capacidade para 50 tBP. Assim, dependendo do porte do navio, empregam-se de quatro a oito locomotoras (de navios leves, cujo peso é inferior ao Panamax, podendo chegar até o peso de um Panamax em carga plena), que assistem a embarcação em toda a operação. No terceiro jogo de eclusas não são empregadas locomotoras.

As portas das eclusas centenárias abrem-se e fecham-se em 2,5 minutos. Entre 1988 e 2007, foram todas convertidas do sistema mecânico com jogos de engrenagens movidas por motor elétrico de 40 HP (Figura 24.77) para sistema hidráulico com bombas de óleo, válvulas e controles eletrônicos que operam um cilindro de 5 m de comprimento (Figura 24.78). A variação do nível d'água nas câmaras é da ordem de 1 a 1,1 m por minuto.

Um navio Panamax deve ter, no máximo, um comprimento de 294,1 m, uma boca de 32,31 m e um calado de 12,04 m. Essas medidas são limites, restando pouco espaço para as manobras de navegação, pois a câmara tem 304,8 m x 33,5 m x 12,8 m. Os navios Neopanamax admitidos no terceiro jogo de eclusas devem ter tipicamente um comprimento de 366 m, uma boca de 49 m e um calado de 15 m, com uma câmara de 427 m x 55 m x 18,3 m. (Como curiosidade, o nível médio do mar ao lado do Caribe é cerca de 23 cm a 26 cm mais alto do que no Golfo do Panamá, pois a água é mais salgada que no Pacífico.)

A pluviosidade é muito mais acentuada na vertente do Mar do Caribe, por onde corre a Bacia Hidrográfica do Rio Chagres, sendo, em média, de 2.500 mm por ano contra 1.500 mm por ano pelo lado do Golfo do Panamá. Fortes cheias no Rio Chagres na década de 1980 levaram à instalação de barreiras flutuantes antes de sua foz no Lago Gatún (Figura 24.79), principalmente para a retenção de troncos flutuantes e para reduzir os riscos de colisões com as embarcações.

Em média, o tempo de navegação propriamente dito é de 8 a 10 horas no canal, que, somado aos tempos de espera nas travessias e manobras, chega entre 24 e 30 horas, sendo que a operação é contínua ao longo de todo o ano. Os dois jogos de eclusas centenárias são formados por 88 portas (pesando de 600 a 800 t), cuja manutenção é feita a

cada vinte anos, e um total de quase 250 válvulas, que controlam e dirigem a água para os aquedutos de enchimento ou esvaziamento das câmaras (Figura 24.80). Embora sejam equipamentos com mais de um século de operação, sua manutenção e operação são perfeitamente mantidos ao serem utilizados outros equipamentos também impecavelmente mantidos, como a Cábrea Titan, construída na Alemanha em 1941, com capacidade de içamento de até 350 tf e 112 m de altura (Figuras 24.81 e 24.82).

Todas essas obras exigem serviços de dragagem permanente de manutenção em todos os canais e emboques do Canal do Panamá, bem como de todo seu sistema operativo, conforme ilustrado nas Figuras 24.83 a 24.86.

Outro aspecto peculiar do Canal do Panamá é o fato de que seus mais de 600 práticos, nos 82 km de canal, constituem-se em autoridade absoluta sobre o navio, e não o comandante. Cada navio Panamax e navios tanque levam, no mínimo, dois práticos, e os navios Neopanamax levam três práticos (dois nas extremidades da ponte e um na proa).

Os rebocadores empregados no Canal do Panamá são de propulsão azimutal de 60 tBP a 90 tBP, correspondendo de 6.000 HPs a 9.000 HPs (Figuras 24.87 e 24.88). Os rebocadores assistem as embarcações nos emboques e saídas das eclusas e no Corte Culebra, atuando como freios, uma vez que auxiliam a manter a direção e o alinhamento, facilitando o movimento lateral.

A maré no Golfo do Panamá é do tipo macromaré, chegando a 6,6 m de amplitude todo ano, enquanto no lado do Mar do Caribe o regime é de micromaré, com amplitudes máximas de 1,5 m, devido ao ponto anfidrômico do Caribe.

Pelo alto custo das locomotivas e das portas de busco, no terceiro jogo de eclusas são empregadas portas rodantes e rebocadores que adentram à câmara.

### 24.7.2 Considerações gerais sobre a obra terceiro jogo de eclusas do Canal do Panamá

No início do século XXI, o sistema de eclusas, inaugurado em 1914, apresentava uma série de limitações em função da crescente demanda do tráfego marítimo, pois as obras centenárias limitavam a passagem das embarcações de maiores dimensões que os Panamax, conhecidos como Neopanamax ou Post-Panamax. Assim, veio a ser construído o que se denominou de terceiro jogo de eclusas do Canal do Panamá, que, combinado com as já existentes, permitirão o trânsito de até 600 milhões de toneladas por ano. O grupo de eclusas no lado do Golfo do Panamá, no Oceano Pacífico, são as de Cocolí (Figura 24.89), e as ao lado do Mar do Caribe, no Oceano Atlântico, são as de Água Clara (Figura 24.90 e 24.91). Iniciada em 2007, a obra, cujas algumas etapas da construção das Eclusas de Água Clara estão ilustradas nas Figuras 24.92 a 24.95, foi inaugurada em 26 de junho de 2016, com números impressionantes executados: 4.3 milhões de metros cúbicos de concreto (para

as eclusas centenárias, empregaram-se 3,4 milhões de metros cúbicos), 192.000 t de aço, ampliação dos emboques no Mar do Caribe e no Oceano Pacífico, alargamento e aprofundamento dos canais de navegação no Corte Culebra, no Lago Gatún, que também foi alteado em 75 cm, bem como a construção dos dois conjuntos de três câmaras de eclusas (dezesesseis portas rodantes) e três cubas de depósitos para reuso de água, que economizam 60% da água empregada em cada eclusagem. O terceiro jogo de eclusas tem um total de seis câmaras simples, dezesseis portas planas rodantes (ou corrediças), que se fecham ou abrem em apenas 5 minutos, e dezoito conjuntos de depósitos para reuso de água, sendo de via singela, isto é, não há eclusas em paralelo como nos jogos de eclusas centenários.

Todas as portas rodantes do terceiro jogo de eclusas medem 57,60 m de comprimento e 10,8 m de largura, com alturas variando de 33 m do lado do Pacífico (devido à maior oscilação da maré), mas, em média, com 30 m. Seu peso varia entre 2.100 t e 4.200 t. Contam com duas câmaras de flutuação, sendo uma empregada na operação regular, enquanto a outra funcionará para atividades de manutenção e relocação.

Na sequência de Figuras 24.96 a 24.127, está ilustrada uma elevação de um navio de veículos pelas Eclusas de Água Clara (26 m de desnível), sucedido pela descida de um navio gaseiro LPG em um período de cerca de 3 horas. Observar que dois rebocadores acompanham o navio na eclusagem.

### 24.7.3 Sistemas economizadores de água de reuso no terceiro jogo de eclusas

Com os depósitos de reuso da água empregado no terceiro jogo de eclusas, pode-se garantir a economia de 60% com relação ao que seria empregada pelo sistema usado nas eclusas centenárias. Nas Figuras 24.128 e 24.129, podem ser observadas essas operações. Quando a embarcação está descendo do Lago Gatún, os depósitos se enchem de água, economizando 60% da água que seria enviada para o mar, enquanto os outros 40% se verte na câmara seguinte e na seguinte, até ser descarregada no mar. Já quando a embarcação está subindo, a água passa dos depósitos para as câmaras por gravidade, enchendo-se 60% do volume necessário, completando-se os outros 40% com água do Lago Gatún ou da câmara anterior por meio do aqueduto longitudinal. Enquanto nas eclusas centenárias, a cada eclusagem vertem-se 100 mil m<sup>3</sup> de água doce do Lago Gatún; no terceiro jogo de eclusas, esse volume seria de 197 mil m<sup>3</sup>, caso não se empregassem os sistemas economizadores de água.

### 24.7.4 Importância do Canal do Panamá

Atualmente, o Canal do Panamá é administrado pela Autoridade do Canal do Panamá (ACP), que gerencia todos os recursos hídricos para navegação, abastecimento de água e geração de energia.

O Enhanced Vessel Traffic Management System (EVTMS) da ACP é um elemento-chave com relação ao agendamento e rastreamento do tráfego marítimo. Trata-se de um sistema

computadorizado que integra informações náuticas e marítimas, apresentando simultaneamente em tempo real as condições do Canal do Panamá e das embarcações em trânsito a cada instante (Figura 24.130). A operação privilegia a subida dos navios pela manhã e, à tarde, a descida, ocorrendo à noite a navegação cruzada nas eclusas.

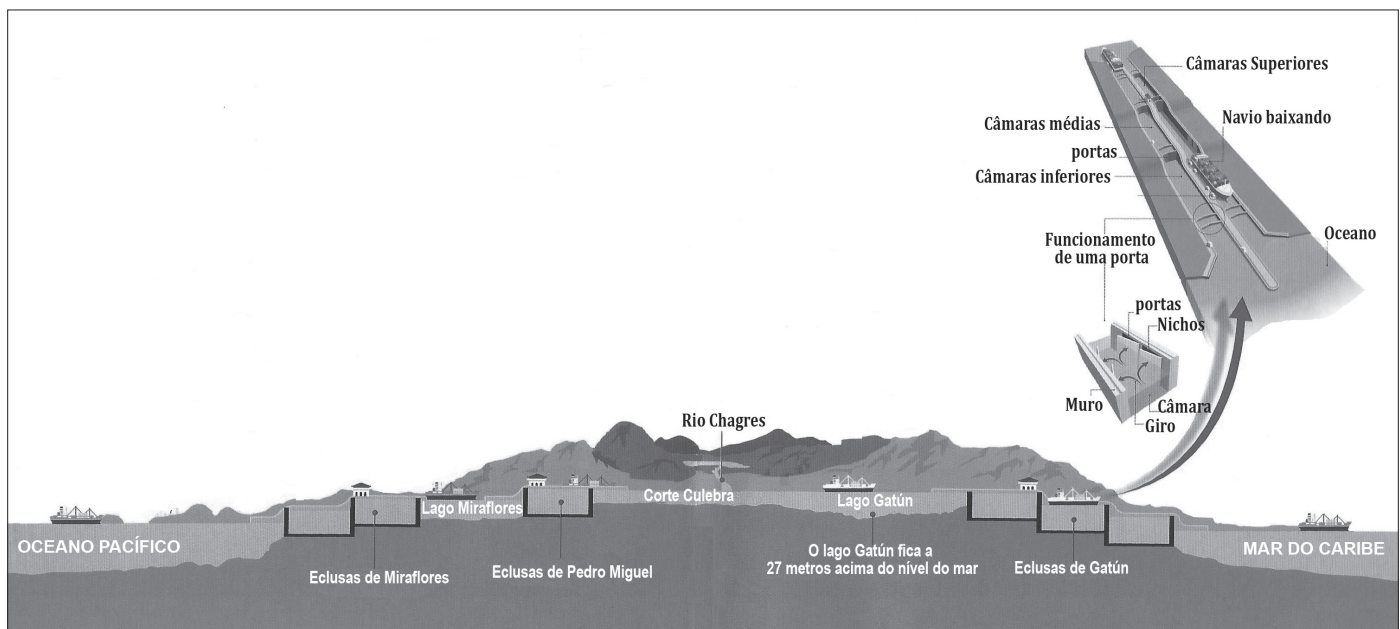
Pelas eclusas centenárias do Canal do Panamá, a movimentação atual é de 35 a 40 navios por dia. No terceiro jogo de eclusas, está prevista uma máxima quantidade de 15 Neopanamax, de acordo com um *ramp up*. Desde a inauguração, em 2016, passam sete por dia e, em 2019, serão 8 por dia. Entre 1915 e 2017, 1.094.562 embarcações utilizaram o Canal do Panamá, transportando 10.311.521.995 t, tendo-se atingido, em 2017, 13.548 trânsitos e 403,8 milhões de toneladas movimentadas.

Como ideia das taxas dos valores envolvidos, cada contêiner de 1 TEU vazio paga US\$ 76 e, cheio, US\$ 86, com pagamento antecipado. O maior pedágio já pago, de US\$ 1,1 milhão, foi de um Neopanamax de 14.000 TEUs.

A receita atual do Canal do Panamá é de cerca de US\$ 8 milhões por dia ou US\$ 3,3 bilhões por ano. Tendo em vista o terceiro jogo de eclusas para Neopanamax, a distribuição percentual por navios em dois anos de operação é a seguinte:

- Contêineres: 52,3%
- LPG: 27,6%
- LNG: 9,9%
- Graneleiros sólidos: 5,9%
- Graneleiros líquidos: 2,0%
- Ro Ros: 1,5%
- Cruzeiros: 0,6%
- Outros: 0,2%

Passam pelo Canal do Panamá 144 rotas marítimas, que servem a 1.700 portos em 160 países.



**Figura 24.46**  
Elevação de perfil longitudinal esquemático do Canal do Panamá.



**Figuras 24.47 e 24.48**  
Aspectos das obras conduzidas pelos norte-americanos no Corte Culebra entre 1907 e 1913.



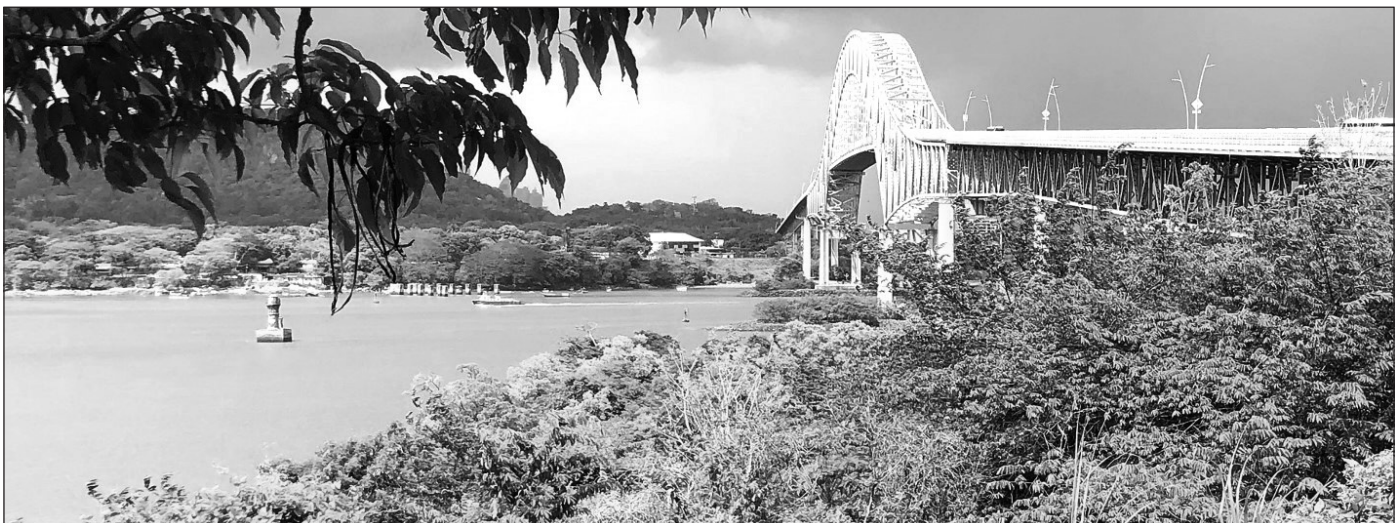
**Figuras 24.49 e 24.50**  
Aspectos das obras conduzidas pelos norte-americanos no Corte Culebra entre 1907 e 1913 com escavadeiras terrestres e de alcatruzes no lençol de água.



**Figura 24.51**  
Área de fundeio do Canal do Panamá no lado do Oceano Pacífico.



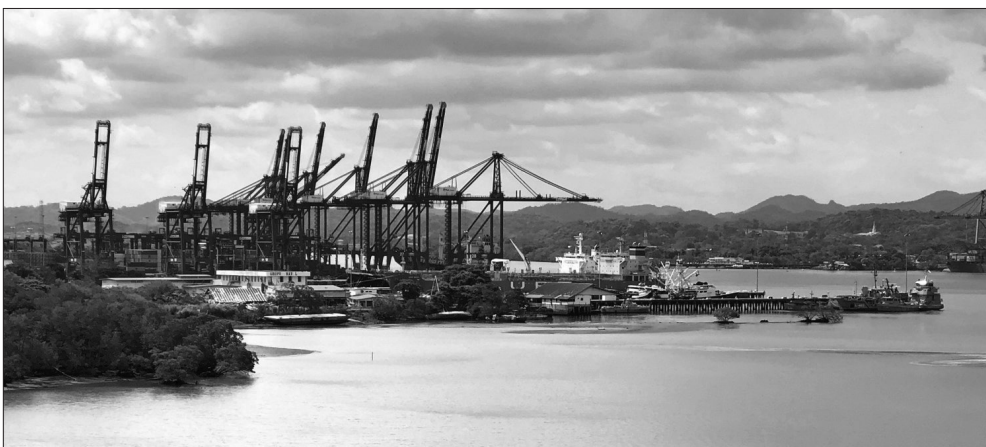
**Figura 24.52**  
Vista do emboque do Canal do Panamá no Oceano Pacífico.



**Figura 24.53**  
Vista da Ponte das Américas.



**Figuras 24.54, 24.55 e 24.56**  
Instalações portuárias em Balboa, principal porto da costa pacífica do Panamá.

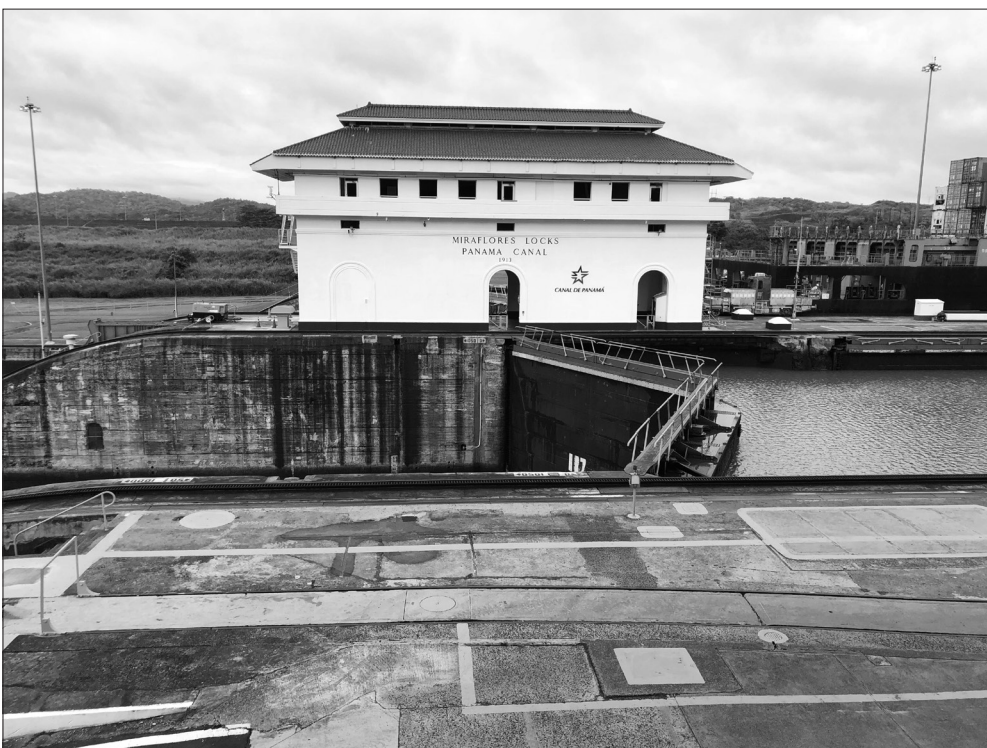




**Figura 24.57**  
Instalações portuárias em Balboa, principal porto da costa pacífica do Panamá.



**Figura 24.58**  
Eclusas de Miraflores: em primeiro plano, vista panorâmica com a câmara inferior esgotada de portas abertas e a superior com um conjunto de portas de busco fechado sem embarcações; em segundo plano, pode-se observar navio contêiner na câmara superior, e, ao fundo superior esquerdo, um navio contêiner Neopanamax sendo elevado na Eclusa de Cocolí.



**Figura 24.59**  
Eclusas de Miraflores: vista do conjunto de duas portas de busco fechadas entre a câmara inferior e a superior.

**Figura 24.60**  
Eclusas de Miraflores: vista da câmara inferior esgotada em primeiro plano.



**Figura 24.61**  
Eclusas de Miraflores: vista da câmara superior em início de esgotamento em primeiro plano.







**Figura 24.62**  
Eclusas de Miraflores: entrada de navio tanque na câmara inferior rebocado por seis locomotoras.



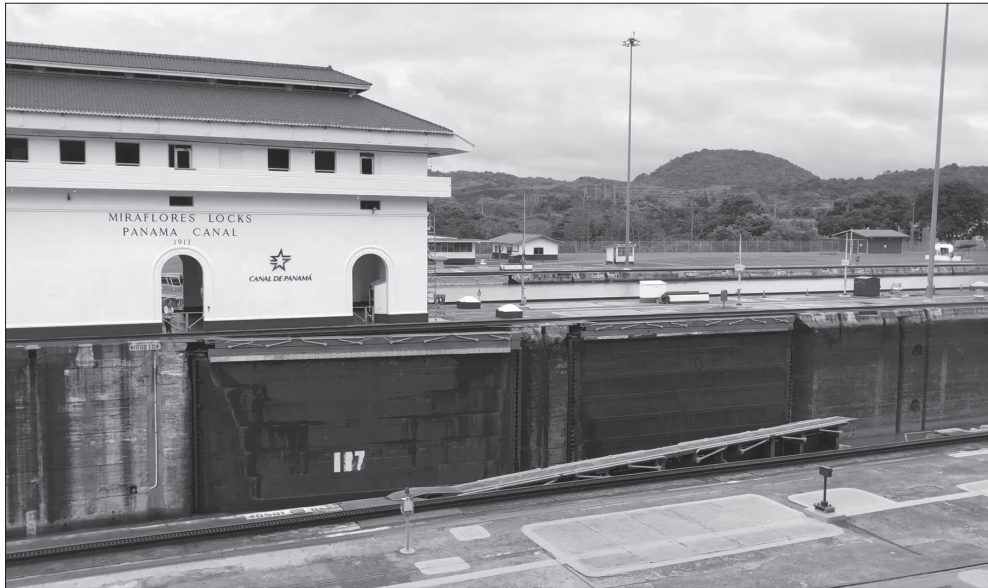
**Figura 24.63**  
Eclusas de Miraflores: frenagem do navio na câmara inferior para fechamento das portas de jusante da câmara inferior.



**Figura 24.64**  
Eclusas de Miraflores: com as portas da câmara inferior fechadas, procede-se ao enchimento da câmara.

**Figura 24.65**  
Eclusas de Miraflores: nivelamento da linha d'água das duas câmaras, abertura das portas de montante da câmara inferior e deslocamento do navio para a câmara superior.



**Figura 24.66**

Eclusas de Miraflores: vista das quatro portas de montante da câmara inferior abertas, com a embarcação já tendo sido rebocada para montante pelas locomotoras.

**Figura 24.67**

Eclusas de Miraflores: vista da câmara inferior cheia e isolada da câmara superior.

**Figura 24.68**

Eclusas de Miraflores: término do enchimento da câmara superior com as duas portas de jusante fechadas.

**Figura 24.69**

Eclusas de Miraflores: vista das quatro portas intermediárias entre a câmara inferior e a superior fechadas, com a câmara inferior no nível mínimo e a superior no nível máximo.

**Figura 24.70**

Usina termoelétrica no Lago Miraflores empregada na geração de energia elétrica para as locomotoras.

**Figura 24.71**

Vista panorâmica das Eclusas de Pedro Miguel, à esquerda, ao centro o Lago Miraflores e canal de acesso às três Eclusas de Cocolí, a partir da ponte Centenária sobre o Corte Culebra.



**Figura 24.72**  
Muro-guia e emboque de montante das Eclusas de Pedro Miguel.



**Figura 24.73**  
Vista a partir do emboque de montante das Eclusas de Pedro Miguel da ponte Centenária, que atravessa o Corte Culebra.



**Figura 24.74**  
Aspectos do talude norte do Corte Culebra observados a partir da ponte Centenária.

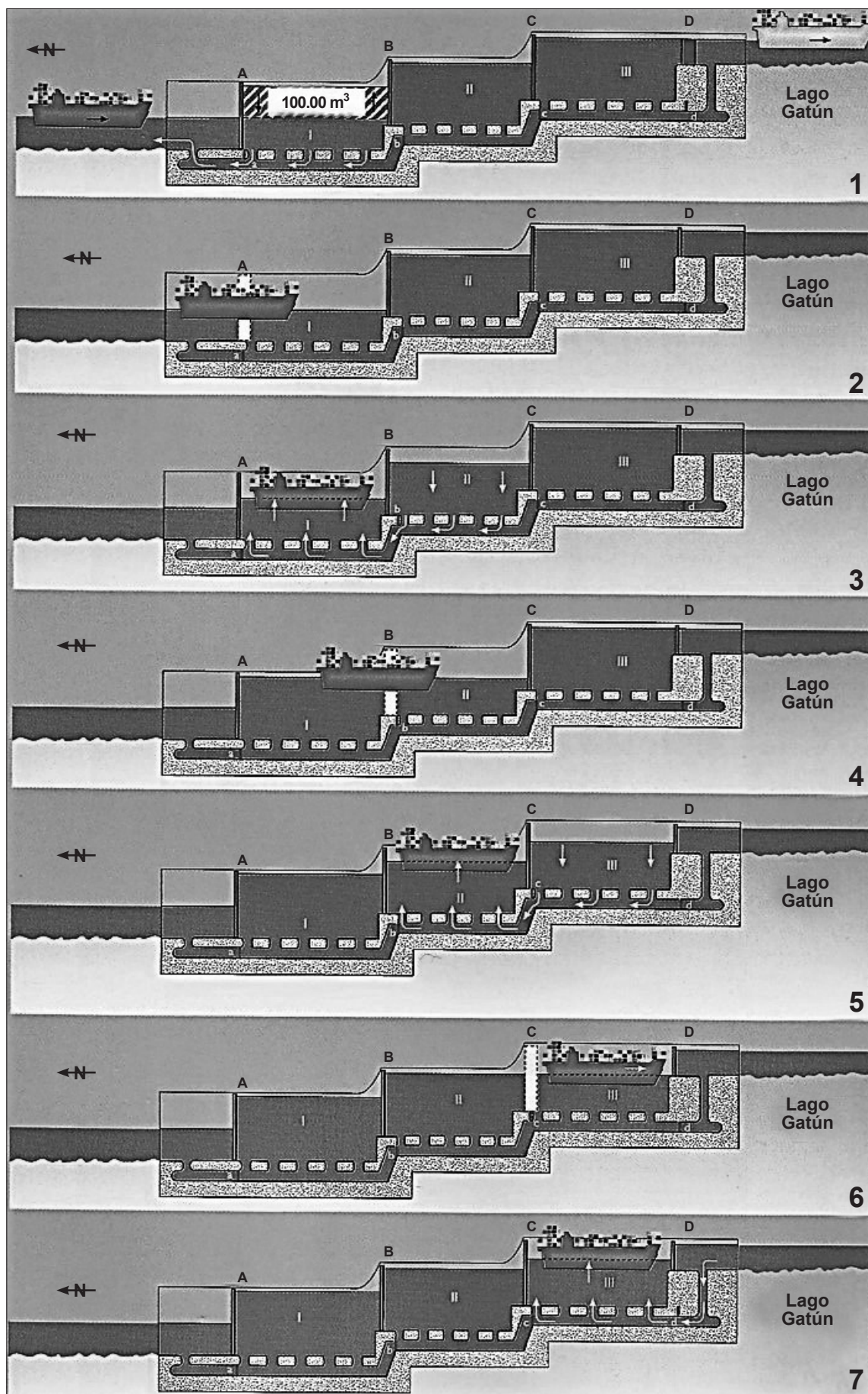
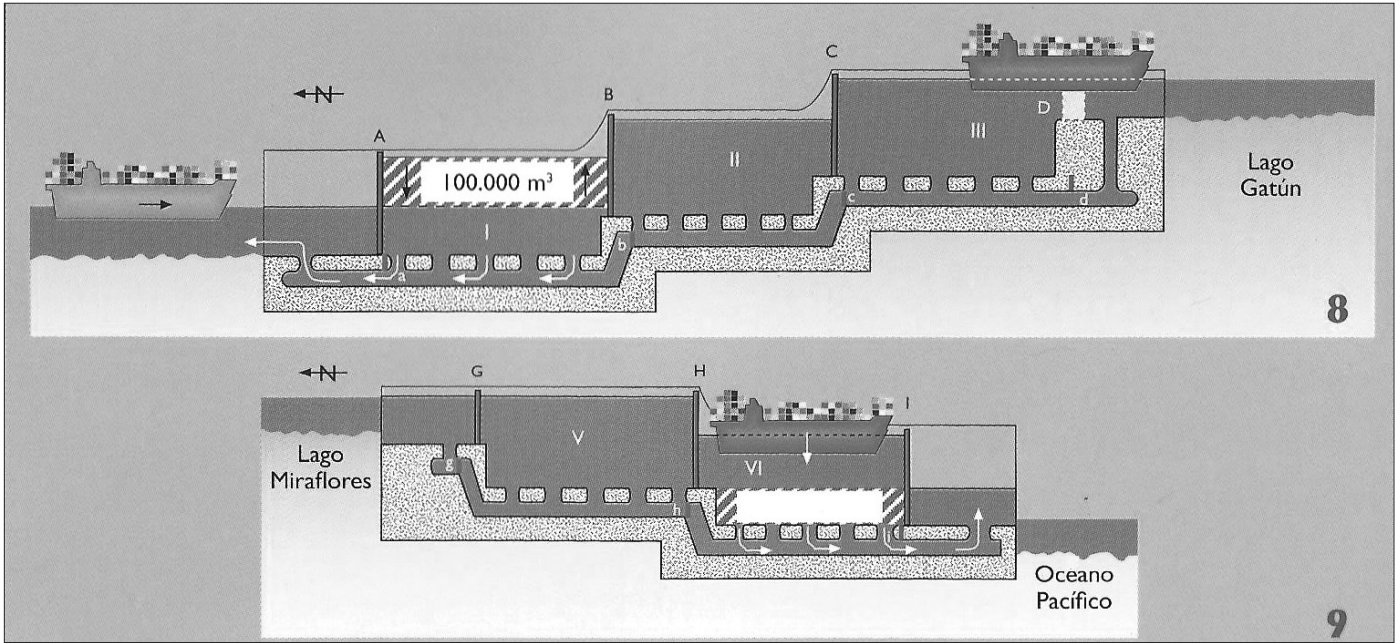
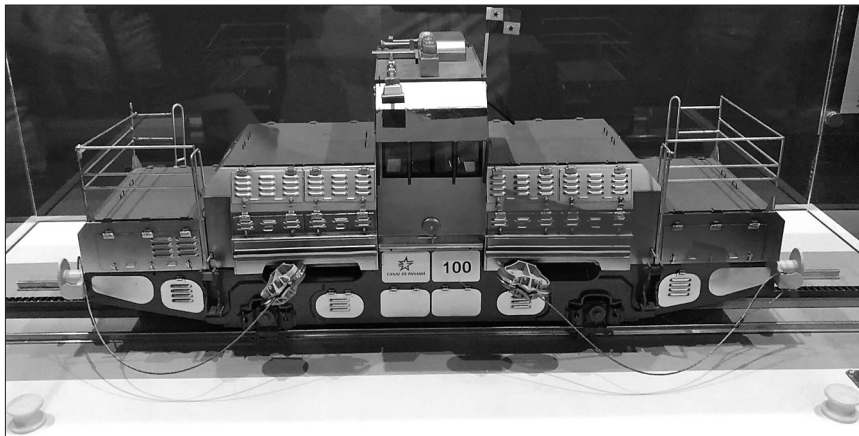


Figura 24.75 A

Esquemática de funcionamento da elevação de embarcação em seção longitudinal das eclusas de câmaras múltiplas de Gatún.



**Figura 24.75 B**  
Esquemática de funcionamento da travessia entre o Mar do Caribe e o Oceano Pacífico.



**Figura 24.76**  
Maquete de uma locomotora elétrica empregada no reboque e na frenagem de barcos pelas eclusas centenárias.



**Figura 24.77**  
Maquete do sistema de engrenagens do acionamento mecânico original das portas de busco.

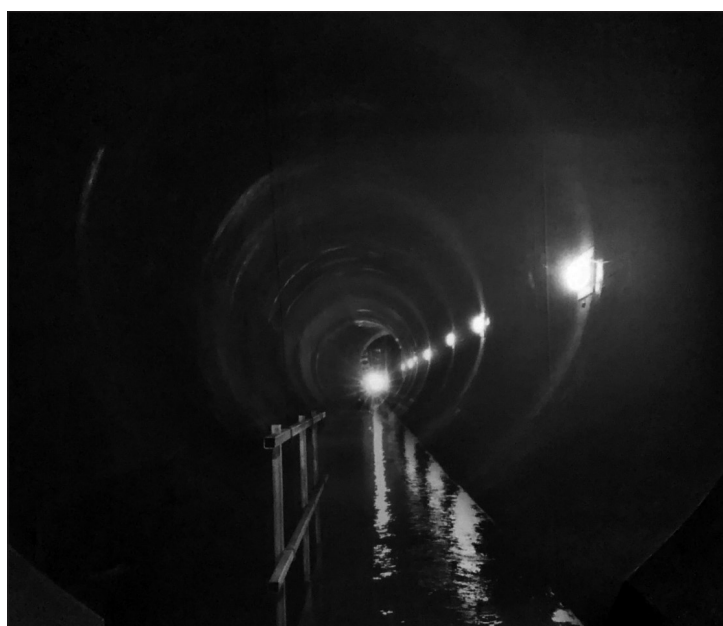
**Figura 24.78**  
Maquete do sistema de acionamento com braço hidráulico com impulso oleodinâmico atualmente empregado nas portas de busco.



**Figura 24.79**  
Foz do Rio Chagres no remansamento do Lago Gatún.



**Figura 24.80**  
Aqueduto de uma das eclusas centenárias.





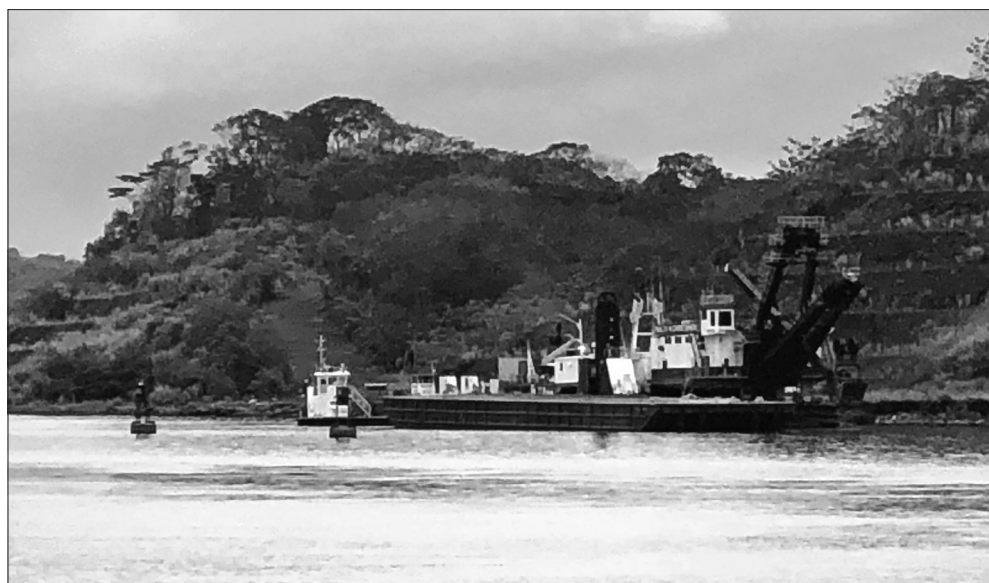


Figuras 24.81 e 24.82  
Vistas da Cábrea Titan.



Figura 24.83  
Serviços de dragagem de manutenção rotineiros no Corte Culebra.

**Figura 24.84, 24.85 e 24.86**  
Serviços de dragagem de manutenção  
rotineiros no Corte Culebra.





**Figura 24.87**  
Maquetes dos rebocadores da Autoridade do Canal do Panamá (ACP).



**Figura 24.88**  
Vista de operação dos rebocadores da Autoridade do Canal do Panamá (ACP).



**Figura 24.89**  
Vista aérea das eclusas e dos sistemas de reuso de água de Cocolí, do terceiro jogo de eclusas (primeiro plano à esquerda), observando-se dois navios contêineres seguindo rumo à travessia da ponte Centenário e Corte Culebra. Notar, no canto inferior esquerdo, a faina de cinco rebocadores para fazer adentrar na câmara inferior do navio contêiner Neopanamax. Em segundo plano, à direita, identificam-se as eclusas centenárias, com as quatro câmaras das Eclusas de Miraflores, o lago homônimo, e, ao fundo, as duas câmaras das Eclusas de Pedro Miguel.



**Figura 24.90**  
Vista aérea das eclusas e dos sistemas de reuso de água de Água Clara, do terceiro jogo de eclusas (primeiro plano à esquerda), observando-se um navio-tanque e um navio contêiner, seguindo do Lago Gatún rumo ao Mar do Caribe. Notar, na parte inferior central, os três rebocadores que conduziram o navio para fazê-lo adentrar na câmara superior e, dos quais, somente um de cabo passado irá acompanhar o navio na eclusagem. Em segundo plano, à esquerda, identifica-se o canal de acesso às eclusas centenárias de Gatún e, ao fundo da imagem, as obras da terceira ponte fixa sobre o Canal do Panamá.

**Figura 24.91**

Vista aérea da condição da Figura 24.90, em primeiro plano, câmara inferior, em segundo plano, Lago Gatún.

**Figuras 24.92, 24.93e 24.94**

Aspectos das obras de escavação, concretagem e instalação dos equipamentos nas Eclusas de Água Clara entre 2012 e 2016.





**Figura 24.95**  
Conclusão das obras em 2016.



**Figura 24.96**  
Eclusas de Água Clara: embarcação transportadora de veículos esperando a passagem da câmara intermediária para a superior, notando-se a abertura das portas com os níveis da câmara superior equalizados com os da câmara intermediária. Na câmara, com a embarcação, ficam dois rebocadores de cabo passado, um à vante e outro à ré.



**Figura 24.97**  
Eclusas de Água Clara: uma vez completamente abertas as portas intermediárias, o rebocador traz a embarcação para a câmara superior em que é amarrada temporariamente nos cabeços laterais.

**Figura 24.98**

Eclusas de Água Clara: posicionada a embarcação na câmara superior, volta-se a fechar as portas intermediárias.

**Figura 24.99**

Eclusas de Água Clara: com as portas intermediárias e de montante fechadas, passa-se a encher a câmara superior.

**Figura 24.100**

Eclusas de Água Clara: atingido o nível d'água do Lago Gatún, as portas de montante da câmara superior podem-se abrir.





**Figura 24.101**  
Eclusas de Água Clara: a operação de abertura das portas demanda 5 minutos.



**Figura 24.102**  
Eclusas de Água Clara: com as portas de montante da câmara superior totalmente abertas, a embarcação é desamarrada e os dois rebocadores de apoio podem conduzi-la ao Lago Gatún.



**Figura 24.103**  
Eclusas de Água Clara: a embarcação é conduzida para o Lago Gatún.



**Figura 24.104**  
Eclusas de Água Clara: passagem da proa da embarcação pelo emboque de montante da eclusa superior para o Lago Gatún.



**Figura 24.105**  
Eclusas de Água Clara: rebocador de ré atuando como empurrador.



**Figura 24.106**  
Eclusas de Água Clara: já se visualiza a grande área de fundeio do Lago Gatún, observando-se embarcações na espera para descer as Eclusas de Gatún (em segundo plano).



**Figura 24.107**  
Eclusas de Água Clara: continuação da saída do navio, observando-se, em segundo plano à esquerda, uma embarcação mercante descendo as Eclusas de Gatún.



**Figura 24.108**  
Eclusas de Água Clara: amplo panorama sobre o Lago Gatún.



**Figura 24.109**  
Eclusas de Água Clara: câmara superior praticamente liberada.





**Figura 24.110**  
Eclusas de Água Clara: empurrador de ré fazendo sair a embarcação para o Lago Gatún.



**Figura 24.111**  
Eclusas de Água Clara: rebocadores prestes a liberar a embarcação.



**Figura 24.112**  
Eclusas de Água Clara: rebocadores retornando à base para aguardar a próxima faina.

**Figura 24.113**

Eclusas de Água Clara: enquanto a embarcação navega por seus próprios meios no Lago Gatún, observa-se, em segundo plano à direita, outro navio de veículos que se aproxima das Eclusas de Gatún, e, em segundo plano à esquerda, o próximo navio que transitará pelas eclusas, que é um gaseiro LPG em lastro.

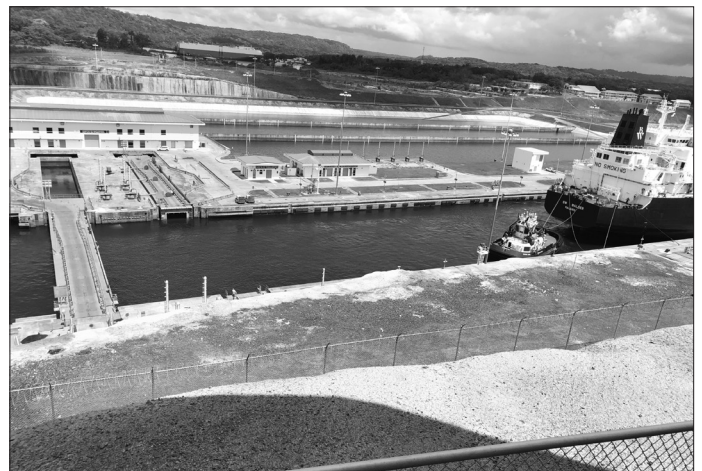
**Figura 24.114**

Eclusas de Água Clara: a faina se repete ao inverso, com os rebocadores encaminhando o navio para o alinhamento com o muro-guia e a eclusa.

**Figura 24.115**

Eclusas de Água Clara: sequência até a porta de montante da câmara superior se fechar.





Figuras 24.116, 24.117, 24.118, 24.119, 24.120, 24.121, 24.122 e 24.123  
Eclusas de Água Clara: seqüência até a porta de montante da câmara superior se fechar.



**Figura 24.124**  
Eclusas de Água Clara: início do esvaziamento da câmara superior, notando-se a turbulência na segunda câmara de reuso pelo desvio de água para o aqueduto dela.



**Figura 24.125**  
Eclusas de Água Clara: câmara superior com nível d'água rebaixando.

**Figura 24.126**  
Eclusas de Água Clara: nivelados os níveis d'água da câmara superior e intermediária e abertura de porta a jusante da câmara superior.



**Figura 24.127**  
Eclusas de Água Clara: finalização da abertura de porta a jusante da câmara superior.



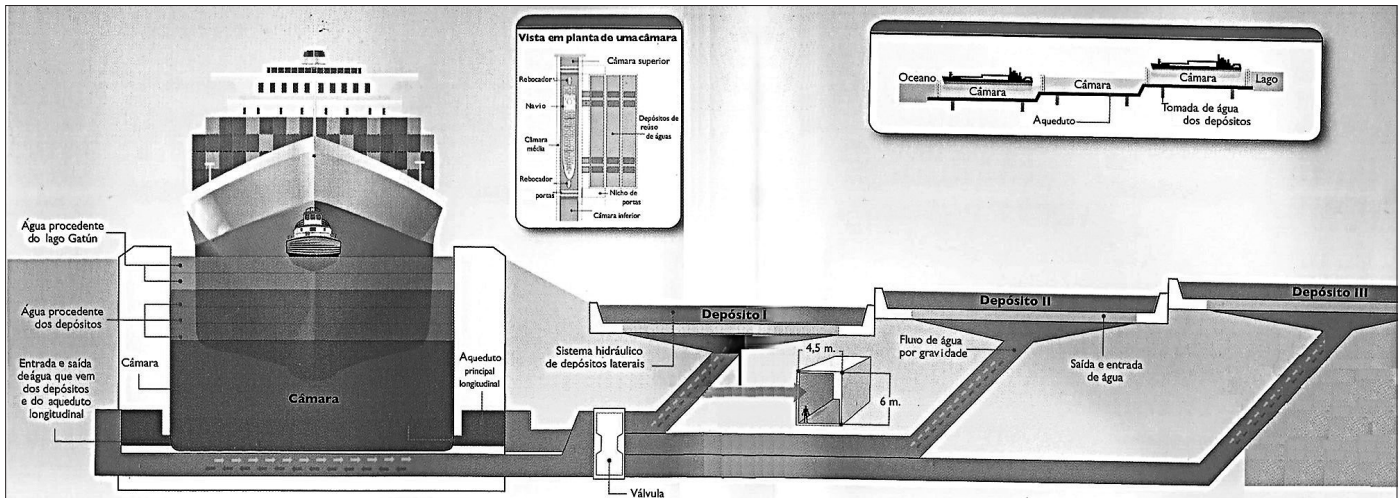


Figura 24.128 Esquematisações em elevação da seção transversal e da seção longitudinal e em planta do sistema de reuso de água no terceiro jogo de eclusas.

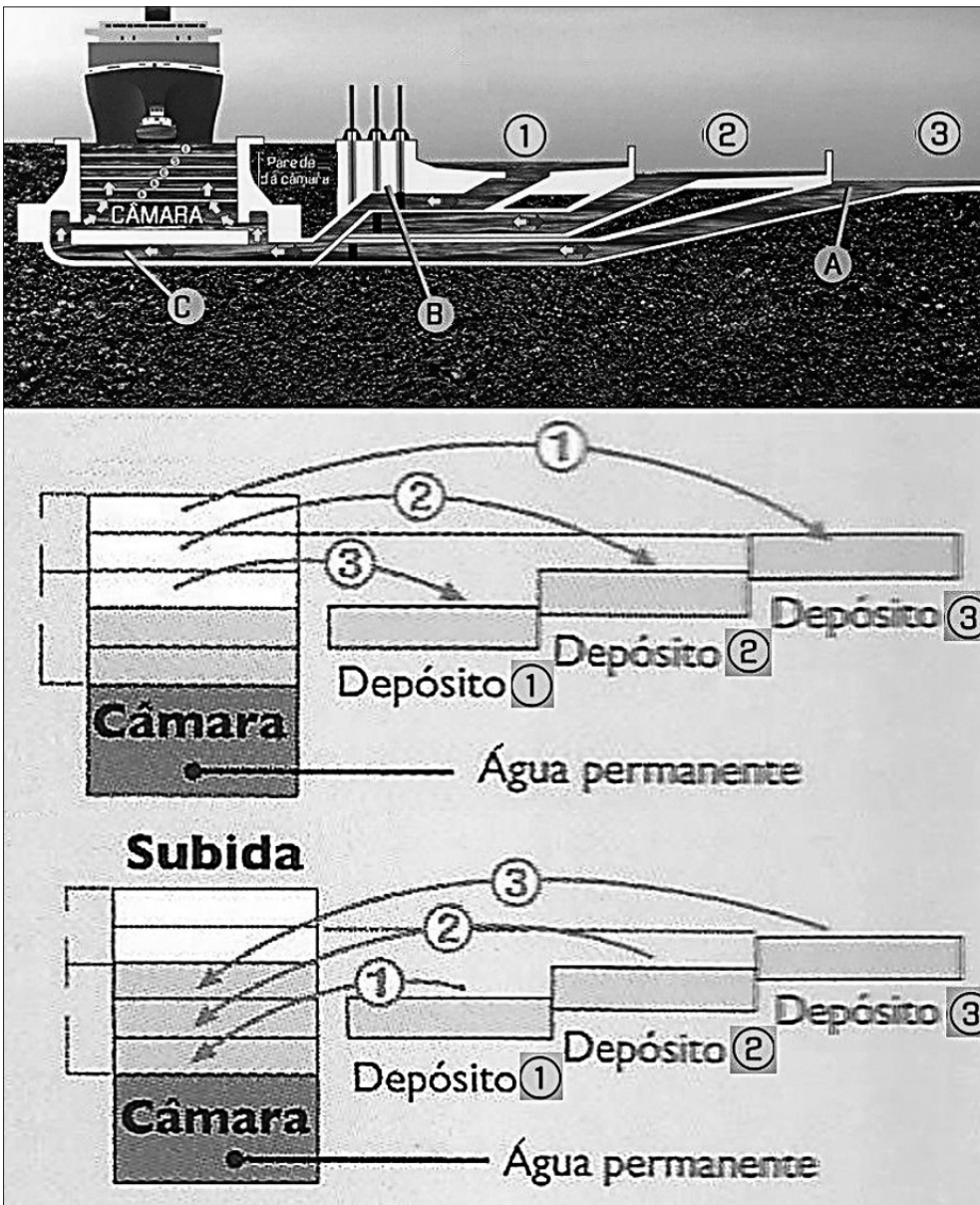


Figura 24.129 Esquematisação em elevação da seção transversal do funcionamento do sistema de reuso de água no terceiro jogo de eclusas.

**Figura 24.130**  
Ambiente de simulação do Enhanced  
Vessel Traffic Management System  
(EVTMS).

