

o primeiro telegrafo submarino foi colocado entre a França e a Inglaterra em 1850. Apresentou falhas logo após seu lançamento, mas em 1851 foi substituído por outro de maior confiabilidade. Logo os engenheiros estavam planejando a execução de um projeto

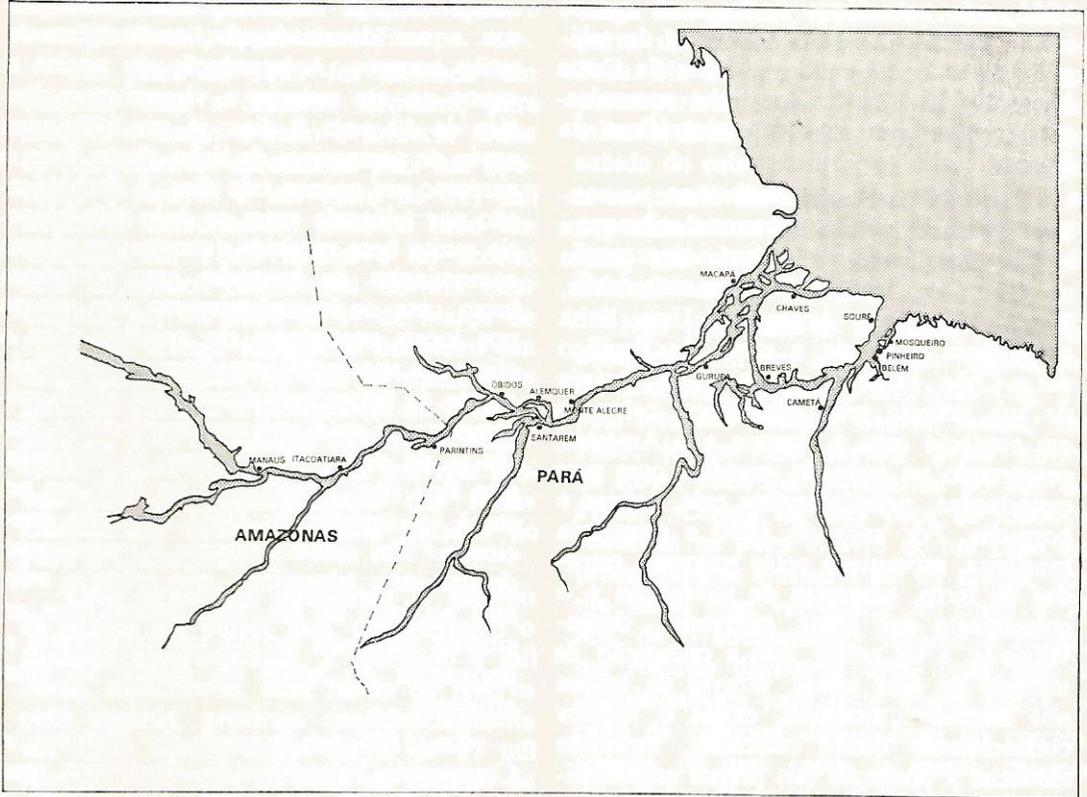


Figura 1

## O TELÉGRAFO DO RIO AMAZONAS\*

ANITA McCONNELL

A telegrafia elétrica tornou-se um sistema normal de comunicações após 1840. Isto trouxe um profundo efeito nos métodos de comércio na América do Norte e Europa. Casas de negócios, mantendo-se informadas de todas as mudanças de preços podiam instruir seus agentes para comprar e vender os bens nos preços mais

elevados — uma prática que conduziu ao controle centralizado, bastante familiar nos dias de hoje. O primeiro cabo submarino para comunicações foi colocado entre a França e a Inglaterra em 1850. Apresentou falhas logo após seu lançamento, mas em 1851 foi substituído por outro de maior confiabilidade. Logo os engenheiros estavam planejando a execução de um projeto

\* Artigo traduzido pelo Capitão-de-Fragata Carlos Alberto Almeida Pereira da Silva.

muito mais ambicioso; um cabo submarino transatlântico entre a América e a Irlanda. Novamente, o primeiro cabo, lançado em 1858, não sobreviveu muito, mas outros foram lançados, e logo o sistema de telégrafo ligando as grandes cidades da Costa Leste dos Estados Unidos tinha comunicação regular com as redes telegráficas da Europa.

Partindo da América do Norte, os cabos submarinos logo se estenderam para o Sul, interligando a maioria dos portos no Golfo do México, Mar das Caraíbas, Brasil, Uruguai e Argentina. Uma linha semelhante percorria a costa do Pacífico até o Chile. O Brasil estava então, através de sua própria rede telegráfica, colocado em contacto com a Europa e a América, penetrando no mercado mundial, com suas exportações, principalmente café, açúcar e borracha. Por volta de 1890 a economia brasileira, estimulada pelas rodovias, estradas de ferro, empresas de navegação e o crescimento das áreas cultivadas, desenvolvia-se a tal ponto, que a colocação da maioria de suas safras, através de leilões nos mercados mundiais, exigia o melhor conhecimento destes mercados, tornando essencial a obtenção dos preços estabelecidos diariamente, o que só podia ser feito com o telégrafo. A região compreendida pela Bacia do Rio Amazonas era a região produtiva que ainda não tinha qualquer comunicação com os mercados. Sua produção exportada representava um quinto (1/5) da exportação total brasileira, alcançando a cifra de 35 milhões de libras anualmente, enquanto o movimento total de importação e exportação da citada região alcançava uma cifra correspondente a 1/15 do comércio total do Brasil.<sup>1</sup> As exportações de borracha do Amazonas cresceram de menos de 185 toneladas em 1836 para 1 440 em 1850; 5 483 em 1870; 15 155 toneladas em 1890, tornando a região ainda mais importante para a economia brasileira.<sup>2</sup>

A Bacia do Amazonas compreendia dois Estados: Pará, com sua antiga capital

Belém, e o Amazonas, com Manaus como capital. A partir de 1853, quando tornou-se a capital da região, esta cidade mudou completamente suas características e passou a ser dominada por construções de estilo europeu. A introdução de navios a vapor no rio reduziu a viagem para Belém de 40 para 8 dias; já em 1896, um navio de passageiros de linha direta fazia o percurso em apenas três dias. A comunicação por telégrafo entre as duas cidades seria muito bem recebida (exceto por alguns comerciantes de borracha que obtinham lucro com o desconhecimento dos preços nos locais produtores rio acima), mas o clima e a vegetação impediam o estabelecimento de linhas percorrendo os 1 600 quilômetros ou mais que representavam a distância da costa até Manaus. A telegrafia sem fios (por propagação na água ou no solo) foi tentada em 1893, mas não funcionou.<sup>3</sup> Foi então proposto o lançamento de um cabo telegráfico, não sobre o solo mas no leito do rio, com ramais para as cidades pequenas no seu curso principal e derivações ao longo de alguns de seus afluentes.

Em 1895 foi formada em Londres a Companhia Telegráfica do Amazonas, com capital de 25 mil libras para lançar e operar o cabo submarino. O Governo Brasileiro concedeu direitos de exclusividade por 30 anos, na região compreendida entre as capitais dos Estados do Pará e Amazonas. O Brasil também ofereceu um subsídio anual de 17 725 libras pagável trimestralmente em ouro, durante 30 anos. O Governo manteve a opção de comprar a linha após 10 anos e depois do prazo de 30 anos a reversão seria automática e sem custos.<sup>4</sup>

O prospecto distribuído pela Companhia relacionava as cidades que seriam interligadas: Manaus, Parintins e Itacoatiara, no Amazonas; Pinheiro, Mosqueiro, Soure, Cametá, Breves, Gurupá, Chaves, Macapá, Alenquer, Monte Alegre, Santarém e Óbidos, no Pará (fig. 1). No Pará o cabo seria interligado com o sistema telegráfico brasi-

1. "The Amazon Telegraph Company Ltd.", *The Electrical Review* 37 (920) 1895; 51-2, 83.

2. PEARSON, H. C. *The rubber country of the Amazon*. (New York, 1911); 214-5.

3. ————. *Op. cit.*; 83-4.

4. "The Amazon Telegraph Company Ltd.", *Elec. Rev.* 37 (920) 1895; 51-2.

leiro e conectado com as linhas da Western and Brazilian Telegraph Company e Brazilian Submarine Telegraph Company, estabelecendo-se portanto ligações com o resto do Brasil, Argentina e Europa.

Em julho de 1895 foi assinado um contrato com a Siemens Brothers, para fabricar e lançar o cabo e fornecer todos os equipamentos necessários para sua operação e reparos a um custo de 211 mil libras. O comprimento total do cabo era estimado em 1 365 milhas e de acordo com os termos contratados deveria estar lançado por ou antes de 1º de março de 1896.<sup>5</sup> O tráfego telegráfico brasileiro era então pouco maior do que 22 milhões de palavras por ano e os diretores da Companhia do Rio Amazonas esperavam acrescentar outros três milhões de palavras provenientes das comunicações das várias cidades nos outrora isolados Estados do Pará e Amazonas.<sup>6</sup>

Com prudência estimaram o retorno de capital por baixo, mas, considerando o subsídio governamental, e alocando 4 mil libras, anualmente, num fundo de reserva para reparos, previram confidencialmente um lucro líquido anual acima de 27 mil libras, pouco mais de 10% de retorno de capital.

Após definição do posicionamento dos cabos principais e suas derivações, tinha de ser feito um levantamento da área. Nos anos de 1851 e 1852,<sup>7</sup> William Herndon, da Marinha dos Estados Unidos, tinha feito sondagens e medidas da corrente no rio, mas, como as profundidades e posições dos canais variam de ano para ano com as alterações dos bancos de areia, não havia cartas de razoável confiança. Alexander Siemens, acompanhado por R. E. Peake, da firma Clark, Forde e Taylor, engenheiros consultores da Companhia Telegráfica do Amazonas, chegou ao Pará em 28 de setembro de 1895, encontrando-se com o

gerente-geral para o Brasil, R. J. Reidy.<sup>8</sup> Embarcaram no Navio *Cometense* para Manaus, acompanhados por uma grande carga de repolhos, cebolas e batatas, sendo parte da carga destinada a Iquitos, no Peru. Na viagem de retorno a rota proposta para o lançamento do cabo foi examinada, foram selecionados os locais para subida do cabo para terra, assim como feitos os entendimentos necessários para as conexões em cada estação, de modo que o lançamento podia começar a partir do Pará sem mais demora.

Não dispondo de cartas, o navio foi equipado com um instrumento denominado Sentinela Submarina de James (fig. 2), pois fora seu inventor Samuel James,<sup>9</sup> em 1888, já em uso regular pelos navios da Royal Mail que navegavam no Rio da Prata.<sup>10</sup> Consta de uma peça de madeira rebocada na popa através de um cabo em profundidades ajustadas até 45 braças, por um navio com velocidade de cinco a 13 nós. Se o equipamento tocasse o fundo, um ressalto disparava umas asas que o impulsionavam para cima. Desta forma, o cabo de reboque desenrolado do convés, através de uma caixa de metal, cessava de vibrar, alertando o timoneiro para a existência de um alto-fundo. Normalmente era ajustado para cinco braças, profundidade adequada para a navegação em segurança do *Cometense*. Quando necessário, eram feitas sondagens com uma máquina de sondar de cabo do tipo Kelvin. Como a corrente tem uma velocidade de cerca de três nós em algumas partes do canal principal, pesos extras tinham de ser colocados no cabo. Mesmo assim, a lama do leito do rio mascarava as sondagens e os resultados não podiam ser considerados confiáveis. Uma profundidade de 58 braças foi registrada no canal em frente a Óbidos.

5 "The Amazon cable", *Elec. Rev.* 37 (930) 1895; 356.

6 "The Amazon Telegraph Company Ltd.", *Elec. Rev.* 37 (920) 1895; 52.

7 HERNDON, W. *Exploration of the valley of the Amazon*. (Washington, 1854.)

8 "A cable up the Amazon", *Elec. Rev.* 37 (933) 1895; 457, and SIEMENS, A. "Cable laying on the Amazon River", *Proceedings of the Royal Institution* (London) 15 1897; 225 and "The Amazon cable", *The Electrician* 35 1895; 737.

9 Great Britain, Patent n. 6134 of 1888; 1712 of 1890 (Samuel Hubbard James).

10 Lambert, "Sounding machines for the prevention of strandings, with special reference to James' Submarine Sentry", *Journal of the Royal United Services Institution* 35 1891; 765-783.

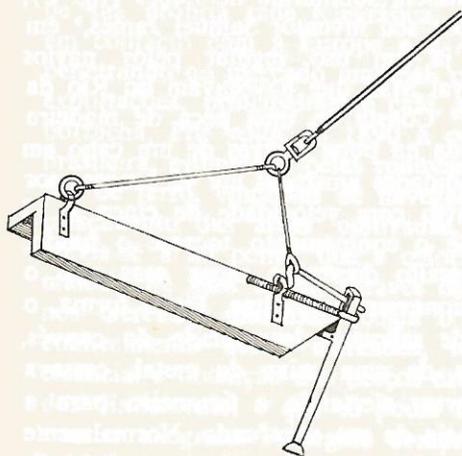
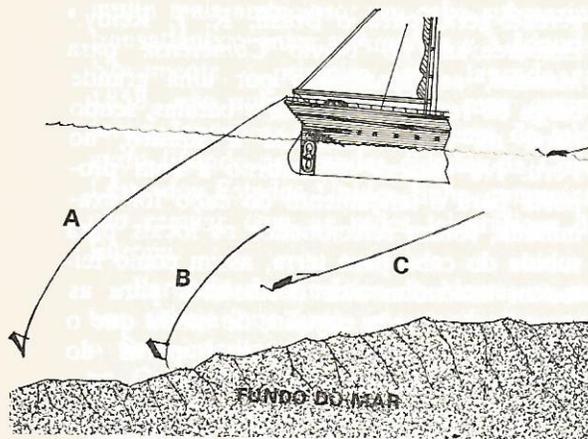


Fig. 2 — Sentinela submarina de James. Acima, em operação: A — posição quando rebocada; B — atingindo o fundo do mar; C — com as “asas” disparadas, subindo para a superfície. Abaixo, a sentinela em detalhe.

Neste período, o cabo foi fabricado na Inglaterra e enviado para o Pará no Navio *SS Faraday* de propriedade da Siemens e apropriado para o lançamento de cabos submarinos. O cabo principal tinha sete condutores isolados com guta-percha, costurados com juta, cobertos com 12 cabos de aço galvanizados e duas camadas de juta, da mesma forma que outros cabos submarinos. Media aproximadamente uma polegada de diâmetro, pesando 2,8 toneladas por cada milha náutica (1 852 metros) de comprimento. Onde subia na encosta do rio, o cabo era recoberto com um revestimento de chumbo; as extremidades em terra, que corriam para os terminais, recebiam uma armadura adicional.<sup>11</sup>

Alexander Siemens planejou o lançamento do cabo com o *SS Faraday*, ajudado pelo *SS Malvern*, como tênder. O navio de lançamento foi o primeiro construído para esta finalidade — posicionamento de cabos submarinos, por ter Sir William Siemens decidido em 1873 que a prática usual de alugar e adaptar outros navios não dava bons resultados. O *Faraday* foi construído por Mitchell and Co., sendo lançado ao mar em fevereiro de 1874 em Newcastle-on-Tyne. Eram alguns de seus pontos mais notáveis; a semelhança de proa e popa; sistema manual e a vapor de governo em ambas as extremidades permitiam que respondesse às manobras do leme muito bem quando dando ré. Com dois eixos, girava sobre seu próprio comprimento, possuindo excelentes condições de manobra. Tinha 360 pés de comprimento, 52 pés de largura, calado de 36 pés; tonelagem registrada — 5 mil toneladas. Quando começou sua operação no estuário do Rio Amazonas, o *Faraday*, já havia lançado sete dos doze cabos submarinos em operação e muitos outros além desses. Aproximadamente, podia receber 2 mil milhas de cabos nos seus depósitos e tinha capacidade para permanecer no mar sem receber o carvão, que usava como combustível, por cerca de três meses.

Como o *Faraday* não podia atracar em Belém (que está localizada num afluente do Rio Amazonas, sendo bastante raso em frente à cidade), a extremidade do cabo foi levada para terra com o auxílio de uma barcaça e um rebocador. O mesmo método foi usado para lançar as seções de Belém até Pinheiro e a seguir Mosqueiro, enquanto o *Faraday* lançava a seção para Soure, no Rio Pará. Em Soure, o *Faraday* estava fundeado a uma distância conveniente de terra de modo que a extremidade do cabo podia ser levada diretamente do navio e, enquanto a maré estava subindo, isto parecia um excelente plano. Quando começou a descer, entretanto, um rodaminho formou-se com o navio localizado justamente no seu centro e após o *Faraday* ter girado 17 vezes em uma hora, o comandante cansou-se e movimentou o navio para um fundeado mais seguro.

11. “The Amazon cable system”, *Electrician* 36 1896; 681.

A primeira estação no cabo principal foi Breves, centro do comércio de borracha na região das ilhas do Baixo Amazonas. Entre Belém e Breves havia uma estreita passagem próxima ao Farol de Gujabal, onde o piloto, numa manobra infeliz, aterrou o navio. Afortunadamente, isto ocorreu na maré baixa e quando subiu o navio safou-se. Em Breves, o *Faraday* foi fundeado próximo de terra, com a popa amarrada numa árvore, de modo que não podia girar com a maré. Então, a extremidade de terra foi logo desembarcada e o lançamento prosseguiu mesmo durante a noite, pois a visibilidade era boa e a profundidade sempre maior do que sete braças. Enquanto navegava a seis nós, o piloto ordenou ao timoneiro o leme a bombordo, de modo a afastar-se de terra. A ordem foi recebida confusamente e, entendendo que o piloto queria guinar para boreste, colocou o leme todo a bombordo, levando o navio para cima da floresta, até que os ramos das árvores tocaram o passadiço, 69 pés acima da linha d'água. Felizmente o solo macio, a elasticidade dos galhos e a alta declividade da barranca do rio evitaram maiores danos e o navio imediatamente recuou de sua posição, sem avarias.

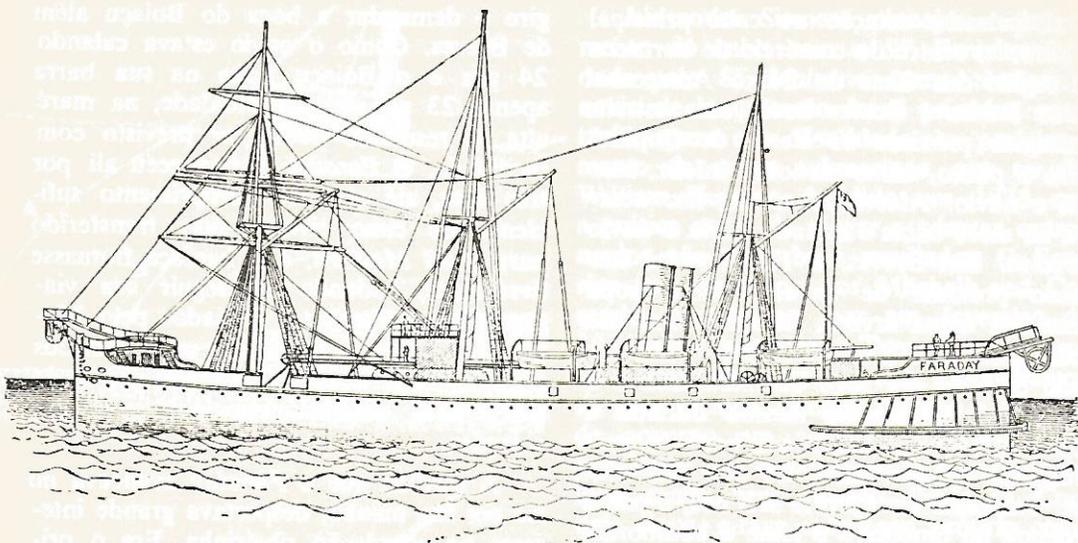
Próximo deste local o cabo Aturio partiu-se. O *Faraday* estava impossibilitado de lançar neste trecho e o cabo foi carregado numa barçaça. O navio mudou de posição, fundeando próximo à barranca do lado direito do rio, de modo a ter água suficiente para girar com a maré enquanto fazia-se a emenda. Mas no momento crítico, quando o ferro ia ser lançado, a energia foi desligada, deixando a máquina de suspender às escuras. Quando o problema elétrico foi superado, o navio encontrava-se perigosamente próximo de terra e mesmo o fundeio não pôde sustar seu avanço, de modo que foi em terra, parando a cinco pés de uma casa, com grande pânico para os seus residentes. Esta posição, entretanto, era muito conveniente para remendar o cabo e então o *Faraday* foi deixado até que o seu serviço fosse terminado, e o Rebocador *Cochrane* e a barçaça movimentaram-se para lançar o cabo. Novamente não houve dificuldade em retirar o navio, mas teve de navegar a ré por 12 milhas antes que o canal fosse suficientemente largo para permitir o seu

giro e demandar a boca do Boiaçu além de Breves. Como o navio estava calando 24 pés e o Boiaçu tinha na sua barra apenas 23 pés de profundidade, na maré alta, o resultado podia ser previsto com facilidade. O *Faraday* permaneceu ali por três dias, até que um comprimento suficiente de cabo tivesse sido transferido para o *SS Malvern*, e a barçaça flutuasse livremente, podendo prosseguir sua viagem. Dois naturalistas enviados pelo Museu Britânico aproveitaram estes retardos para explorar a magnífica combinação de rios e ilhas, obtendo acréscimos para suas coleções.

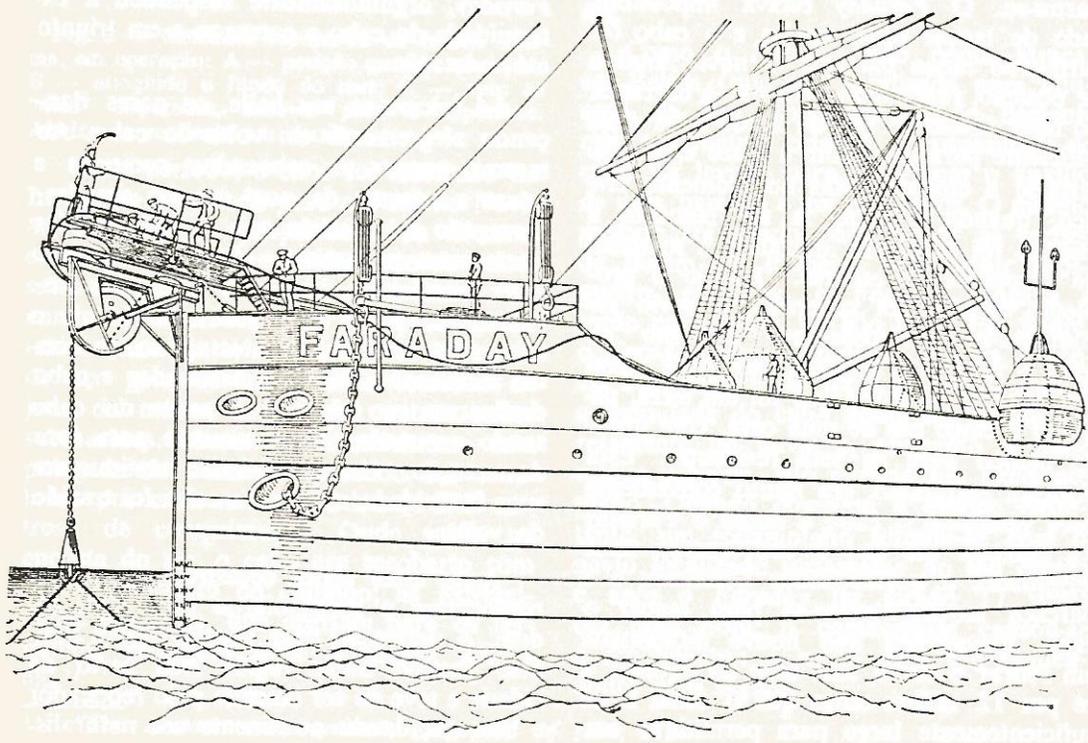
À medida que o *Faraday* avançava no rio em sua missão, despertava grande interesse na população ribeirinha. Era o primeiro navio a vapor europeu a subir o Amazonas além da boca do Tajipuru; de fato, tanto o piloto como os habitantes da região desconheciam qualquer navio estrangeiro visitando aquelas paisagens. Em Gurupá, a segunda estação na linha principal, os habitantes mostraram sua satisfação no estabelecimento das comunicações com o resto do mundo, ajudando a desembarcar a extremidade do cabo. A sobrinha do prefeito, vestida de branco, tomou emprestado um lenço de um dos homens do *Faraday*, orgulhosamente suspendeu a extremidade do cabo e carregou-a em triunfo até a estação.

Lá iniciou-se um baile, os pares dançando alegremente em volta do cabo. Ao mesmo tempo, o rebocador começou a puxar a barçaça da qual o cabo era descarregado e à medida que as embarcações começaram a sentir o efeito da corrente forte a máquina parou de funcionar instantaneamente; o cabo parou de sair; e o rebocador não pôde conter a barçaça contra a corrente. Barçaça, rebocador e cabo deslizaram rio abaixo, a ponta do cabo sendo arrastada silenciosamente para fora da estação. Os dançarinos continuaram suas festividades até que o cabo foi trazido de volta.

Após estes vários desastres, os eventos começaram a desenrolar-se com mais ordem. A derivação para Monte Alegre também passava numa região rasa perto da cidade e teve de ser lançada pelo rebocador e barçaça, dando novamente aos naturalis-



Figuras 3 e 4 — O SS Faraday.



tas tempo suficiente para perseguir os interessantes golfinhos que viviam neste canal. A partir de Santarém outra derivação seguia para Alenquer. Óbidos era a última estação do cabo principal no Pará e a partir daí o cabo seguia o leito principal do rio com estações em Parintins e Itacoatiara até o seu final em Manaus. Ocorreram algumas dificuldades em Parintins, onde o rio fazia uma curva fechada e a corrente forte dificultava o trabalho. Em Itacoatiara, como contra parte, a proa do navio ficou em terra e o cabo foi lançado diretamente.<sup>12</sup>

Alexander Siemens estava bastante orgulhoso de seu trabalho por ter levado o enorme navio tão longe rio acima e ter lançado o cabo principal e suas derivações como planejado, com o esquema adiantado, nos meses de janeiro e fevereiro de 1896 — era um feito admirável. Quando retornou a Londres apresentou uma palestra com ilustrações para os membros da Royal Institution, com grande quantidade de assistentes,<sup>13</sup> na qual anunciou que, em acréscimo aos benefícios dos transportes modernos mais rápidos, a região podia dispor agora “da alavanca do progresso, aniquiladora de espaço e tempo — a comunicação elétrica”.

Desafortunadamente este pronunciamento pleno de otimismo era prematuro. Para começar a linha não fora um sucesso financeiro, principalmente por várias razões técnicas. Frequentes alterações no leito do rio provocavam esforços sobre o cabo, que este não podia suportar. Logo se partiu e durante um ano ficou praticamente inoperante.<sup>14</sup> A Companhia pretendeu repará-lo, mas tinha alocado somente 4 mil libras anuais para este propósito, uma soma que se mostrou claramente

inadequada, embora o lucro fosse perdido enquanto o cabo não estava funcionando. Realmente, por volta de 1899 o abandono do cabo<sup>15</sup> chegou a ser considerado, mas em 1900, pelo sistema, passaram 20 mil mensagens e no ano seguinte este número dobrou.

Em 1902, o Presidente da Companhia, Mr. E. B. Ellice-Clark, admitiu que a operação tinha sido uma experiência numa escala muito grande.<sup>16</sup> Os engenheiros encaravam o Amazonas como o Mediterrâneo da América do Sul e especificaram que o *Faraday* devia lançar os cabos com o mesmo equipamento usado para o cabo transatlântico lançado em 1894 para a Commercial Cable Company's. Os problemas de manutenção continuaram. Em 1904, o navio de reparos *Viking*, encontrando uma seção do cabo rompido, mas impossibilitado de içá-lo à superfície, verificou que, onde há alguns anos existiam 14 pés de água, o cabo estava agora sob uma ilha coberta com árvores avantajadas e grama, e tão profundamente enterrado que era impossível a sua recuperação.<sup>17</sup>

Em 1905 houve novas tentativas de construir estações de telegrafia sem fio na Bacia Amazônica, mas aproximadamente um ano decorreu antes que fosse estabelecido um serviço confiável e várias disputas ocorreram entre as Companhias de Telégrafo por cabo e sem cabo, sobre alguns direitos interestaduais. O telégrafo por cabo estava funcionando bem nesta época e o volume de tráfego aumentara substancialmente. Foi sugerido por Londres que a crescente ameaça da transmissão sem cabo fosse tornada favorável pela adoção, pela Companhia do Rio Amazonas, de ambos os sistemas em sua rede de transmissões.<sup>18</sup>

- 
12. HEINSOHN, G. “Cable repair-ships of the world and their work”, *The India Rubber World* (New York). January 1896: 98-9.
  13. SIEMENS, A. “Cable laying on the Amazon River”, *Proc. Roy. Inst.* 15 1897; 217-226. “The talk was reported seriously” in *Elec. Rev.* 38 (965) 1896; 655-6, and humourously in *Elec. Rev.* 38 (965) 1896; 659-660, and *Elektrotechnische Zeitschrift* 24 1896; 370.
  14. PEARSON, H. C. Op. cit.; 83-4.
  15. “The Amazon cable”, *Elec. Rev.* 45 (1141) 1899; 566, and (1142); 606.
  16. “The Amazon and the Pacific”, *Elec. Rev.* 50 (1267) 1902; 369.
  17. “Interesting experience of a cable ship on the Amazon”, *Elec. Rev.* 54 (1382) 1904; 817.
  18. “Wireless telegraphy on the River Amazon”, *Elec. Rev.* 58 (1471) 1906; 162-3.

O lucro da Companhia flutuava fora de seu controle com a sorte do mercado da borracha. Mantinham um navio permanentemente ocupado com reparos, mas estes custos também variavam imprevisivelmente de ano para ano, de acordo com o estado do rio.

Era, por exemplo, muito cara a substituição de uma seção que tinha sido completamente enterrada e não podia ser simplesmente içada, reparada ou substituída. Se os preços da borracha estavam altos, alguns afirmavam que os cortes no cabo eram propositais para evitar que as notícias atingissem Manaus antes que os negócios rio acima tivessem sido efetivados. Em 1908, apesar dos trabalhos no Porto de Belém, que necessitava de um reassentamento do cabo, e vários acidentes causados pelos ferros dos navios, a Companhia teve um ano lucrativo e dirigiu-se ao Governo Brasileiro para obter uma extensão do contrato.<sup>19</sup>

Era intenção duplicar a linha completa, de modo que um cabo podia ser mantido em operação enquanto o outro estava em reparos. O contrato foi estendido de 1925 a 1945,<sup>20</sup> continuando o subsídio anual até 1935. Com esta garantia, a Companhia ordenou a aquisição, à firma Messrs Hooper's Telegraph and Ind'ia Rubber Works, em Londres, de um cabo submarino fluvial com 960 milhas náuticas de comprimento, para ser entregue a partir de 1910.<sup>21</sup> Este cabo, com 7 condutores, tinha um isolamento triplice com uma camada de borracha amazonense, seguindo-se outra de borracha da Índia preparada e finalmente uma de borracha indiana vulcanizada (devido à tendência do rio

mudar seu curso com grande frequência, cabos que foram lançados no rio apareciam depois expostos ao sol quente. Sob estas condições, a guta-percha quebrava-se prontamente, enquanto a borracha era menos suscetível a estas avarias. O isolamento de borracha era usado nos cabos lançados nos estuários da maioria dos rios da América do Sul).<sup>22</sup> As especificações requeriam que cada camada isolante fosse da mesma espessura e da melhor borracha brasileira, coberta inteiramente com uma fita isolante também de borracha. O cabo-guia era feito com um isolamento igual e ambos eram armados com juta e arame, da forma usual. Messrs Clark, Forde e Taylor foram mantidos como consultores, mas a Companhia preparou e lançou o cabo com seu próprio pessoal. Foi lançado quase em toda a sua extensão em águas próximas à beira do rio, onde as chances de ser avariado eram bem menores, e em 1911 estava pronto para operar.

Mas alterações na economia da região estavam ocorrendo com rapidez. Café e açúcar foram plantados em outras partes do país e o *boom* da borracha foi chegando ao seu final à medida que as plantações do Sudeste da Ásia entraram em plena produção. O Brasil teve alguns anos muito lucrativos antes da Primeira Guerra Mundial, mas o ciclo da borracha declinava rapidamente: em 1900, 23 568 toneladas foram vendidas; em 1910, 16 517 toneladas. Os dias de glória da Amazônia estavam terminando e gradualmente a grande cidade europeia de Manaus — e conseqüentemente o Porto de Belém, embora em proporções menores — entrava em um período de estagnação econômica.

19. "Amazon Telegraph Co. Ltd.", *Electrician* 62 1908; 325-6.

20. "Amazon Telegraph Co. Ltd.", *Electrician* 64 1909; 249-50.

21. "Contract for the manufacture and shipment of the Amazon duplicate cable" (privately printed for Hooper's Telegraph & India Rubber Works Ltd., and the Amazon Telegraph Company Ltd., London 7 October 1909), 15 p.

22. GARNHAM, S. A. and HADFIELD, R. L., "The submarine cable" (London, ? 1935); 5.