

PROF. UGO MONDELLO

GIÀ DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI PORTO ALEGRE
E DEL SERVIZIO METEOROLOGICO E GEODINAMICO DEL RIO GRANDE DEL SUD

Contributo alla Vulcanologia del Brasile

I.

Premessa

Nella mia memoria sulla sismicità del Brasile ¹⁾, dimostrai l'esistenza di alcune aree di spiccata sismicità in questa parte del continente Sud Americano, concludendo come il Brasile dovesse essere escluso dalle zone asismiche della Terra, per classificarlo, allo stato attuale delle nostre cognizioni, fra le regioni di media sismicità ²⁾.

Le ricerche sulle condizioni sismiche di questo vastissimo territorio si ricollegano allo studio vulcanologico della regione per dedurre, dalle formazioni geologiche e da fenomeni palesi, se, e in quanto, i fenomeni sismici rispondano a manifestazioni di origine vulcanica per la presenza di focolai latenti a noi ignorati, aventi sede in regioni meno esplorate del Brasile o in formazioni vulcaniche sottomarine ³⁾.

¹⁾ U. MONDELLO. *Ricerche sulla sismicità brasiliana*. Atti Congresso Soc. Ital. Progresso delle Scienze, 1912.

²⁾ Nella memoria succitata ho fatto presente che lo stato di sismicità del Brasile non è definitivamente accertato, sia per la vastità del territorio, sia per il periodo relativamente breve di esplorazione nell'interno del paese.

³⁾ Sulla esistenza di focolai sismici sottomarini che possono avere origine vulcanica ho accennato nelle mie memorie: *Terremoto del 29 genn. 1909. nel litorale del Brasile Meridionale*. Boll. Soc. Sism. Italiana, 1912 e *Noticia sobre el Terremoto del 30 Marzo de 1911 en el Stado de Rio de Janeiro*. Revista Astronomica de Hespaña y America. Barcellona, 1912.

La scarsezza di esplorazioni geologiche, se si escludono quelle di Hartt e Derby 1), qualche notizia nelle opere del Branner 2) e del Reclus 3), l'incertezza sui risultati dei vari accertamenti, lo stato attuale degli archivi e, soprattutto, la vastità del territorio, che si sviluppa su una superficie di 8.525.024 Km². 4), hanno limitato il campo delle ricerche allo studio di quelle regioni di più facile accesso e al rilievo dei fenomeni più notevoli.

Ricerche coordinate sulle formazioni vulcaniche del Brasile si prospettano di sommo interesse per la vulcanologia generale del Globo, quando si consideri che appena quattro secoli ci separano dalla scoperta del Sud America e che ancora oggi può considerarsi non del tutto esplorato questo vasto continente.

Non è quindi da escludersi che successive esplorazioni possano mettere in luce, anche in questa regione, focolai vulcanici estinti e latenti. La posizione del Brasile rispetto alla catena Andina; ai vulcani attivi del Centro America; le formazioni eruttive sommerse, o in prossimità della costa o nell'Atlantico Brasiliano; la presenza di lave o di ceneri vulcaniche; la fisionomia delle rocce e dei picchi costituiscono un insieme non trascurabile di elementi, ma non sufficiente per stabilire la formazione vulcanica di varie zone di questa parte del continente Sud Americano.

Il mio contributo si limita, quindi, più a un riassunto di constatazioni dirette e di notizie attendibili pervenutemi, che a uno studio sullo stato vulcanologico del Brasile.

1) A. DERBY. *Contributo per la geologia del basso Amazonas*. — G. H. FRED HARTT. *Relazioni Commissione geologica della prov. di Perambuco*. (Diz. Geographico das Minas do Brazil).

2) BRANNER, *Geologia*.

3) ELISEO RECLUS, *La Terra e altre opere*.

4) Superficie data dall'Istituto Geografico Brasiliano.

II.

Fisionomia vulcanica del massiccio pre-andino

Il massiccio pre-andino, costituito dai tre sistemi principali e fra loro pressochè paralleli, *Serra de Espinhaço*, *Serra do Mar Orientale*, e *Serra das Vertentes*, dalle quali si ramificano numerosi importanti contrafforti, (*cordilliere*), occupa tutta la regione Nord Orientale del continente Sud Americano dal 5° al 30° di latitudine Australe. Il sistema appartiene al tipo Andino, con altitudini elevatissime, specialmente nella *Serra Mantigueira* e nella *Serra das Velhas* (Catena delle vecchie), che da Nord a Sud traversano i territori degli stati di Minas e di Rio, con altitudini massime nell'*Itataia* (metri 2712) ¹⁾ nell'*Itacolumi* (metri 1739) ²⁾; nel *Caraça* (m. 1955) ³⁾, nell'*Itabira* (m. 1529) ⁴⁾.

Il tratto della *Serra do Mar*, compreso tra *Cabo Frio*, a Nord, e *Capo Martin*, a Sud, ha caratteristiche eminentemente vulcaniche, con picchi aguzzi, conici, irregolarmente collegati fra loro. Nella baia di *Rio de Janeiro*, come negli isolotti che frastagliano la baia, la natura eruttiva è visibilissima.

A Sud della baia di Santos la catena litoranea va perdendo quella fisionomia propria della montuosità a formazione eruttiva, disperdendosi gradatamente all'incontro dello stato di *Santa Catharina* per scomparire in quello di *Rio Grande do Sul*, nonostante che anche in quest'ultimo non sieno del tutto escluse origini eruttive.

Alla stessa formazione appartiene il sistema insulare nel gruppo della *Trindade* e nelle isole a Nord di *Capo S. Agostino*.

Riferendomi al giudizio di esploratori e geologi che

1) Altitudini date dal geografo HOMEN DE MELLO, *Atlante del Brasile*.

2) id.

3) id.

4) id.

mi hanno preceduto, ricordo che HARTT e DERBY ¹⁾ assegnano a formazione eruttiva recente quasi tutto il sistema centrale pre-andino, ma con speciale caratteristica nel tratto meridionale della *Mantigueira*. Il geologo brasiliano Da Silva ammette l'origine ignea del gran picco dell'*Itataia*²⁾.

Il BRANNER ascrive a formazione eruttiva recente i gruppi isulari di *Fernando di Noronha* e della *Trindade* ³⁾. *Severino Da Fonseca* ⁴⁾, in una sua memoria, illustra alcune rocce di formazione eruttiva nel *Matto Grosso* ed il Reclus ⁵⁾ ritiene che alla stessa formazione dell'*Itataia*, ma di epoca meno recente, appartengano i monti di *Caldas* nello stato di *Minas Geraes*.

L'esame diretto sulla formazione delle rocce, i particolari aspetti della cordilleira *Cesandina*; le stratificazioni di lava e i depositi di lapillo vulcanico, che si constatano in molte località; alcuni fenomeni sospetti sull'origine delle rocce; alcune manifestazioni di attività vulcanica è, fino ad oggi, tutto quel che si conosce per formarci un giudizio sullo stato di vulcanicità del Brasile.

¹⁾ DERBY, Op. citata. DERBY avanza l'ipotesi che l'oceano Atlantico fosse tutt'uno con il Pacifico e che il continente Sud Americano sia dovuto all'emersione di terre sommerse. Secondo la teoria del geologo americano due isole sarebbero emerse dal vasto oceano: una rappresentava la parte meno elevata del grande massiccio centrale del Brasile e l'altra, più a nord, rappresentante l'attuale altipiano della Guyana. Più tardi sorsero le Ande: lo spazio intermedio tra la catena *andina* e la *preandina* rappresentata dal bacino dell'Amazonas, avrebbe costituito per un lungo periodo un grande mare Mediterraneo. L'emersione graduale dei due massicci, contemporanea al sollevamento della costa, costituendo il fondo del mare *mediterraneo amazonico*, avrebbe dato origine alla vallata dell'Amazonas. Le formazioni *geologiche* del territorio amazonico non confermano completamente questa teoria del DERBY, trovandosi sedimenti recenti e fratture che darebbero ragione all'ipotesi di abbassamento del suolo. Molto probabilmente i due fenomeni si sono alternati nella formazione marina costituente la parte Nord del Continente Sud Americano.

²⁾ DA SILVA. *Memorie*.

³⁾ BRANNER. « *Geologia* », pag. 99 e seg.

⁴⁾ SEVERINO DA FONSECA. *Esboço Chorographico da provincia de Matto Grosso*.

⁵⁾ ELISEO RECLUS. « *Geographia Universal* », vol. XIX.

III.

Tracce e fenomeni di origine vulcanica

Per un orientamento sulle condizioni di vulcanicità del Brasile gli elementi di maggior affidamento fino ad oggi constatati si riassumono in :

a) depositi di lava e di cenere vulcanica ; b) formazioni crateriche e fenditure ; c) immersioni e sollevamenti costieri ; d) getti, rombi, fenomeni tellurici ; e) rocce di formazione eruttiva.

a) *Depositi di lave e lapilli.*

Il deposito di cenere vulcanica o lapillo di maggior importanza che si constata nel Brasile è quello di *Agua Suja* (acqua sudicia), nel massiccio *Cesandino*, che costituisce il territorio di *Minas Geraes* a Nord dello stato di Rio de Janeiro; un secondo deposito, meno diffuso del primo ma sempre di notevole importanza, si trova nella stessa regione nella località *Poços de Caldas*. Fo rilevare che la regione di *Minas Geraes* è fra le più soggette a manifestazioni sismiche e telluriche in genere. Le ceneri vulcaniche di *Agua Suja* appartengono, molto probabilmente, a fenomeni relativamente recenti, constatandosi completa assenza di agglomerazioni e coesione tra le particelle, ciò che generalmente si osserva invece in lapilli provenienti da fenomeni più remoti.

Altri depositi di minore importanza, o, per essere più esatti, quasi allo stato di tracce, si constatacono intrusi tra le rocce dell' *Ipanuma* e in quelle del *Botupoca*, nella cordilliera Nord Orientale del territorio di *São Paulo*.

Nello stesso *Ipanuma*, si vedono più distintamente depositi di lava e altri depositi, pure di lava, si incontrano nella cordilliera di *Minas Geraes*, ma il più importante deposito che si conosca nel Brasile si constata a Nord del Capo *S. Agostino* e precisamente nel promontorio costiero di *Pedras-Pretes*. Riferendomi a notizie di sicuro affidamento, alcuni esploratori accennano a depositi di lava e

di cenere nei monti del *Paranà* e in quelli di *Goyaz* (Nord del Brasile ¹). Altri lenzuoli di lava e depositi di cenere vulcanica, dovuti a fenomeni eruttivi, si trovano nella parte centrale dell'isola di *Santa Catharina*.

b) *Formazioni Crateriche*.

Molti picchi della *Serra do Mar* si presentano con quella forma conica, mozzata, caratteristica di montagne vulcaniche, ma la fisionomia e l'aspetto esteriore non possono costituire per sè soli elementi di giudizio per affermare se si tratti o no di formazioni appartenenti ad un dato ordine.

Constatazioni favorevoli all'origine vulcanica sono date dall'esistenza di un cratere nel monte *Botupoca*, appartenente alla cordilliera dello stato di *São Paulo*, monte situato in prossimità del fiume *Ribeiro* (Municipio d' *Iquape*), e che abbiamo ricordato per avervi constatato intrusione di lave e lapilli in varie rocce della catena montuosa.

Il *Botupoca* appartiene a formazione eruttiva recente ed ha tutte le caratteristiche di un cono vulcanico: il vertice mozzato termina con un lago a forma rotonda. Il Ferreira ²) ed altri geologi brasiliani lo danno quale cratere di un vulcano estinto. Il significato etimologico del nome confermerebbe l'ipotesi: due filologi brasiliani, il de Senna ed il Pires de Almeida ³) spiegano l'origine del nome che ha questo monte dato dagli indigeni, perchè in lingua *guarany*, *Botupoca* significherebbe *montagna di fuoco* oppure *monte che brucia*, presupponendo che *Botupoca* sia una corruzione di *Ibitipoca*, derivante dall'antico nome indigeno *Vutopoca*. Il Gama, studioso della geologia brasiliana e a cui si devono molte notizie ⁴), trova che le due deduzioni

1) ORV. DERBY. *As Investigações geológicas do Brazil*: BRANNER, op. cit.

2) FRANCISCO IGNAZIO FERREIRA. *Dicionario Geographico das Minas do Brazil*, pag. 320 e seg.

3) NELSON DE SENNA in *Annuario de Minas Geraes* (1906) pag. 198. Pires de Almeida id. (pag. 371).

4) ALÍPIO GAMA « *Os Fenomenos vulcanicos do Brazil* ».

filologiche confermerebbero la natura ignea di questa montagna.

Tale spiegazione etimologica mi fa sospettare che fenomeni eruttivi debbono essersi verificati in tempi molto remoti, se gli indigeni (*guarany*) hanno dato un nome in relazione a fenomeni ignei. Aggiungo che il *Botupoca* desta agli indigeni un senso di terrore, considerazione anche questa in favore della tesi sulla natura vulcanica di questa montagna e del tempo non molto lontano dalla sua attività.

Nella stessa cordilliera di *S. Paulo* esistono altre zone di natura ignea. L'ing. Caminada mi fece pervenire un campione di terra pulverulenta che fu da lui raccolta nella cordilliera Nord Orientale dello stato di *São Paulo*. Questa sostanza brucia con emanazioni solforose, distillando olio minerale; all'analisi mi è risultato uno schisto bituminoso con elevata percentuale di materie volatili e per nulla appartenente a sostanze di origine vulcanica. Le alte temperature tropicali, favorendo la distillazione spontanea degli oli leggeri, molto probabilmente, questi oli, in presenza di fenomeni naturali, subiscono combustioni spontanee che danno la sensazione di un monte che brucia: è quindi prudente non raccogliere, come strettamente collegati a fenomeni vulcanici, tutte le notizie sull'esistenza di fumaioli, di lingue di fuoco, etc., che provengono da queste regioni, e che per ignoranza sono ritenute pertinenti a fenomeni vulcanici.

Tra i crateri di vulcani estinti va rammentato il *Monte di Mestre Alvaro*, montagna circolare terminante a cono, di formazione eruttiva e che si incontra nella regione costiera di *Espirito Santo*, e notata, nella corografia brasiliana di *Ayres de Cazal* ¹⁾, come vulcano estinto. Veduto dal mare, dà l'immediata sensazione di una montagna vulcanica. Lo stesso *Ayres de Cazal* afferma che nell'interno della *Guyana* portoghese si trovano indizi craterici di vulcani estinti.

¹⁾ PADRE AYRES DE CAZAL. *Corographia Brazilica*, Vol. 2, pag. 59, e pag. 382.

In prossimità della città di *Simon Diaz*, stato di Sergipe, esiste una montagna che termina con una grande apertura ritenuta quale cratere di un vulcano spento 1). L'attività vulcanica è pure manifesta nella parte insulare.

Ricorderò il gruppo delle isole *Fernando di Noronha* — 3° 60' Lat. Sud. — Le isole della *Trindade*, di fronte alla costa di *Espirito Santo*. In questo gruppo l'isola di *Santo Alexo* e il gruppo delle isole di *Abrolhos* sono di origine vulcanica. Anche al largo della costa brasiliana, inoltrandosi nell'oceano Atlantico, secondo Krusenstern 2) che nel 1806 studiò i banchi oceanici, esisterebbe, a 300 km. circa dalla costa, un vulcano attivo sommerso.

Il Fergusson esprime la stessa ipotesi del Krusenstern sull'esistenza di vulcani sottomarini nell'Atlantico brasiliano. L'Hartt, nelle sue relazioni, riferendosi a banchi madrepolici dell'isola *Fernando di Noronha*, deduce che essi si sieno formati nel periodo di immersione dell'isola, periodo che susseguì all'estinzione della sua attività vulcanica. Conclude che l'isola fu un vulcano sottomarino, e che subì periodi di sollevamento e abbassamento. Dall'esame delle rocce deduce pure che il periodo di immersione ebbe lunga durata e che fu in quest'epoca che si svolse la sua massima attività vulcanica (Op. citata, 4).

c) *Immersioni e sollevamenti*

L'incostanza delle profondità marine in vicinanza della costa brasiliana ci fanno sospettare che il massiccio del continente Sud Americano, che a Nord si ramifica in banchi e isole oceaniche, sia tutt'ora in istato di instabilità relativa con fenomeni di abbassamento e di sollevamento, confermandoci alcuni fatti, da noi rilevati di recente, l'ipo-

1) In una comunicazione diretta nel 1858 al marchese DE OLINDA, Ministro dell'Impero, Mons. ANTONIO FERNADES DE OLIVEIRA parla di un monte esistente nella prossimità di Simon Dias la cui cima è aperta a forma di cratere ed è perciò da ritenersi un vulcano estinto. (Arch. di Rio de Janeiro).

2) KRUSENSTERN. GIOV. ADAMO, *Memorie idrografiche. Viaggio Intorno al Mondo.*

tesi di Derby sulla formazione del continente Sud Americano ¹⁾).

Hartt, nell' Op. cit. accenna a diversi casi di sollevamento di banchi lungo le coste brasiliane. Il geografo barone De Capanema ²⁾ ha constatato che a due palmi sotto il piano stradale di *Rua Visconde de Itaima*, a Rio de Janeiro, strada il cui livello è a un metro sopra quello delle alte maree, si trovano strati costituiti da agglomerati di conchiglie. Lo stesso autore riferisce che, nella località *S. Cristovam*, un terreno bagnato anticamente dal mare si trova ora a 15 palmi al di sopra del pelo delle alte maree. Fenomeni della stessa natura si sono constatati sulle coste del *Parà* e nell' isola di *Marajo*. Il Reclus, che ha visitato varie regioni del Brasile, ha constatato, al contrario, fenomeni di abbassamento e dice: che dal *Piauchy* alla foce dell' *Amazonas*, la costa è invasa dal mare per effetto di un progressivo abbassamento del suolo, citando vari fatti a conferma della sua ipotesi: la maggior profondità della baia di *Bragança*, che ora si interna per 7 km, mentre nel secolo scorso si addentrava intorno a due km. e mezzo; il faro di *Vigia*, costruito in terra ferma, si trova attualmente bagnato dal mare; invasione di acqua nell' isola *Caviana*, la formazione di un golfo nell' isola *Marajò*, in vicinanza di *Saure*, dove sbocca l' *Ingarape Grande* ³⁾.

¹⁾ ORV. DERBY. *Contribuções para a geologia do Baixo Amazonas* (Archivos do Museo Nacional, Rio de Janeiro, Vol. II).

Il DERBY nella memoria sopra citata, riferendosi alla formazione del Continente Sud-Americano, avanza l' ipotesi di un' emersione progressiva del Continente stesso. Abbiamo accennato al fenomeno di immersione e sollevamento che ci è palesato dall' isola *Fernando di Noronha*, ciò che ci fa ritenere più attendibile che l' ipotesi del DERBY, quella già da noi avanzata di una serie di sollevamenti e immersioni precedenti il periodo di stabilità del continente americano.

²⁾ BARONE DE CAPANEMA. *Quaes as tradicoes que nos levam a certeza de ter havido terremoto no Brazil?* (Revista de Instituto Historico e geographic do Brazil, Vol. 22. 1854).

³⁾ ELISEO RECLUS: *Les Continents* (pag. 748). L'A. conclude: "Ce sont là de faits qui rendent très probable l' existence d' un mouvement de bascule soulevant toutes les côtes occidentales de l' Amerique, de

Il Branner ha constatato fenomeni di sollevamento nell'epoca attuale nella baia di *Rio de Janeiro* e sulle coste di *Espirito Santo*: personalmente, abbiamo osservato che molti banchi affioranti lungo le coste mostrano tracce visibili di sollevamento recente ¹⁾.

L'Hartt, già ricordato nel capitolo precedente, sempre in relazione alle investigazioni da lui compiute nell'isola *Fernando di Noronha*, ammette che l'isola abbia sofferto, in un'epoca relativamente recente, un movimento di sollevamento (*Relatorio da commissào geologica da provincia de Pernambuco*).

Le osservazioni geologiche riferite a varie regioni del Brasile concludono che questa parte del continente Sud Americano è in condizioni di sollevamento e che i fenomeni di abbassamento, rilevati in alcune zone dell'interno o riferite ad epoche remote, sieno da attribuirsi ad un fenomeno costante di spinta dal basso all'alto, avanzando così l'ipotesi che le più deboli aree della crosta terrestre si siano inabissate per fratture prodotte in virtù della spinta al sollevamento. Il fenomeno, che in questa ricerca è limitato al Brasile, è comune alla costa Atlantica del continente Sud Americano, per cui si avanza un'ipotesi più arrischiata, e cioè che le terre immerse nell'Atlantico si trovino in una epoca di sollevamento, susseguente ad una di immersione, seguendo così un ciclo geologico non dissimile da quello che

l'Ile Chilve à Callao et deprimant le versant oriental des Andes Argentines, la Patagonie et le Bresil ».

¹⁾ BRANNER. *Geologia*, (pag. 109, 113.). L'A. ammette che le coste del Brasile subiranno nell'epoca attuale un fenomeno di sollevamento che segue quello di abbassamento subito in epoche più remote. Così si esprime: « Le baie de Rio de Janeiro e Santos furono prodotte per depressione, nell'oceano, di vallate prossime alle coste. A Santos le estremità superiori di molti dei bracci originali di quella baia furono formati per sedimenti di terra lanciata dalla costa. I laghi dello stato di *Alagoas*, *Lagoa Mangaba*, *Lagoa di Nort*, *Posim* e *Figuià*, sono le estremità inferiori di valli che affondarono sotto il livello del mare, in modo da formare baie. Esse hanno le loro bocche chiuse per le arene gettate dalle onde del mare.

devono aver subito le terre sommerse costituenti gli arcipelaghi del Pacifico.

d) *Getti, rombi e fenomeni tellurici.*

In diverse località del Brasile si hanno manifestazioni attive di origine o di concomitanza vulcanica. Le più importanti si constatano nel *Matto Grosso*, nel massiccio che costituisce la *Serra Sejada* e le serre di *Cagyapes* e *Napiteque*. Nelle vicinanze del rio *Iapa*, uno dei monti di quella catena dà segni di attività vulcanica con rombi e detonazioni apprezzabili. A distanza di 50 km. da questo monte si innalzano, di quando in quando, colonne di fuoco e densi pennacchi di fumo. Nella zona montuosa tra il confine di *Goyas* e quello di *Minas* la catena delle *Vertentes* è soggetta a rombi e detonazioni. Nel *Rio Grande del Sud*, territorio di natura vulcanica, come ho esposto in un mio saggio sulla formazione geologica di questo paese 1), ho controllato come il monte *Jaran*, abbia getti di fumo e pennacchi. Nel territorio di *Minas Geraes*, nel tratto Nord Ovest della catena montuosa, si constatano emanazioni di vapori solforosi e si odono cupi rombi sotterranei. Il ricordato *Botupoca*, nel contrafforte della serra *Baranal Pequeno*, valle del rio *Iquape*, in vicinanza del rio *Xiririca*, ebbe, nella prima metà del secolo XIX, un periodo attivo con rombi, esplosioni e colonne di fuoco e fumo. Il Casal riferisce che nel territorio di *Parayba do Nort*, alle falde della catena dei *Cayriris*, la montagna è soggetta a rombi e frequenti scosse sismiche. Fra i fenomeni vulcanici va ricordata l'esplosione manifestatasi nella laguna *Dos Patos*, in vicinanza di *Porto Alegre*, esplosione che fu seguita dal sollevamento di colonne d'acqua fumante. 2)

Ricorderò anche che alcuni dei terremoti brasiliani, avvertiti nel territorio di *Minas Geraes*, ci fanno sospettare la loro origine vulcanica per la grandiosità degli seicvolgimenti che concomitarono con le scosse sismiche.

1) U. MONDELLO. *Saggio di mineralogia del Rio Grande do Sul.*

2) Nel 1811 si verificò alle foci del *Jacuby*, nel *Rio Grande*, una esplosione sub-acquea che sollevò una colonna d'acqua. Il fenomeno fu

e) *Rocce Vulcaniche.*

Rocce che hanno carattere tipicamente vulcanico si constatano in molte località, sia nel Brasile continentale, che in quello insulare. Nel continente si hanno esempi di rocce vulcaniche in molti tratti della *Serra do Mar*. Intorno alla baia di *Rio de Janeiro* vi sono vari esempi di rocce caratteristicamente vulcaniche: uno di questi è dato dalla formazione rocciosa dell'isolotto *Pão de Assucre*, sempre nelle vicinanze di Rio. Appartengono pure alla serie delle rocce vulcaniche i massicci delle *Serre di Tinguà* e *Mendanha*. Il Reclus, in « Geografia Universale » 1) afferma: « I monti di *Caldas* appartengono alla medesima formazione che il massiccio d' *Itataia*, a fianco dei graniti e dei gneiss si trovano dei fonoliti e dei tufi che testimoniano antiche origini vulcaniche. »

Orv. DERBY, in una escursione negli stati di *Minas Geraes* e *S. Paolo* e nell'isola di *Cabo di Frio*, riferendosi allo studio petrografico delle rocce di queste regioni, ne riconosce il carattere indiscutibilmente vulcanico. 2) Il già citato Branner dà notizia di formazioni eruttive constatate nelle varie regioni da lui visitate: *Serra d' Itataia*, di *Picù*, di *Caldas*, della *Mantiqueira*, in quelle di *Panema*, *Jacupiranga*, *Serra do Mar de sul*, e nei gruppi: *Fernando di Noronha* e della *Trindade*, al largo della costa del Brasile, gruppi che hanno formazione rocciosa vulcanica e probabilmente furono in epoche remote vulcani sottomarini. 3)

L'isola di *S. Aleixo*, al largo della costa di *Pernambuco*, come la maggiore delle *Albrolhs*, sono formate quasi esclusivamente da rocce eruttive. Ma già Humbolt clas-

accompagnato da forti scosse di terremoto una delle quali avvertita a Porto Alegre U. MONDELLO (*Saggio sulla sismicità del Brasile*), vedi F. I. FERREIRA, *Diccionario geographico das Minass do Brezil*, pag. 150

1) E. RECLUS. Op. citate.

2) Orv. DERBY. *As investigacoes geologica do Brezil* (Revista Brasileira, 1895, Fasc. IX).

3) I. G. BRANNER. *Geologia*, pag. 99 e seg.

sificò queste isole fra quelle vulcaniche dell'Atlantico 1). Anche Darvin 2); nel 1831, ne riconobbe l'origine vulcanica e giunse a deduzioni non dissimili da quelle dell'Humbolt.

Anche l'isola di *Santa Chatarina* e i monti del *Parà* appartengono al sistema eruttivo. Ho ricordato i depositi di lava nella parte interna di quest'isola; ma sulla costa si scorgono segni dovuti ad attività eruttiva con ammassi tufacei che provano come l'isola abbia attraversato un periodo di intensità vulcanica. Il Cruls riconosce, nella cordilliera marittima, vestigia vulcaniche e formazioni eruttive recenti. 3)

Nel *Rio Grande del Sud*, la formazione eruttiva è meno visibile, ma, riferendomi a quanto ho accennato nella mia citata memoria 4), *il quaternario della regione costiera nasconde, probabilmente, una formazione di epoca più antica e appoggia su un letto di rocce di origine vulcanica eruttiva: ipotesi che prospetto, riferendomi a fenomeni vulcanici che si sono manifestati nella Lagoa Dos Patos.* 5)

La zona montuosa dello stato è rappresentata dall'aggruppamento de l' *Alta Serra Occidentale* e della *Bassa Serra Orientale*: appartengono entrambe a formazioni eminentemente eruttive. *La Serra di Harval*, che ho studiato con maggior diligenza, mi ha confermato la natura eruttiva delle rocce che ne costituiscono il massiccio e da cui ho dedotto la seguente conclusione:

« *La formazione eruttiva ha dato luogo in questa a*

1) FEDERICO ENS HUMBOLT: *Cosmos*. Vol. IV.

2) CARLO ROBERTO DARVIN. *Viaggio intorno al mondo*.

3) LUIGI CRULS fu direttore dell'osservatorio di Rio de Janeiro ed ha lasciato varii studi geologici sul Brasile, la maggior parte dei quali pubblicati nella Revista do Imperial Observatorio de Rio de Janeiro.

Sulla natura vulcanica dei monti del Brasile scrive: « A regio occupada pela nostra cordilheira maritima, e mesmo as serras mais proxima apresentam vestigios de antigo vulcaes e mais ainda de formações eruptivas recente » Revista do Imp. Observ. do. d. Janeiro, Giugno 1886).

4) U. MONDELLO. Mem. citata.

5) Mi riferisco all'esplosione alle foci dei Jacuchy.

processi di metamorfismo con la formazione di masse costituite da gneis, mica, scisti, clorifici e quarziti fra i quali la massa eruttiva appare sotto forma di filoni. 1)

Fra le rocce eruttive di più facile osservazione ricorderò che esemplari di queste si hanno anche nei monti intorno a *Nicteroy* (baia di Rio de Janeiro), conformazioni non dissimili da quelle riscontrate negli isolotti all'ingresso della baia.

Dall'insieme di queste notizie e dai rilievi eseguiti si deduce: che dallo Stato di *Goyaz*, a nord del Brasile sino a quello di *Rio Grande del Sud*, le formazioni eruttive e l'origine vulcanica delle rocce si manifestano in quasi tutto il sistema montuoso di questa parte del continente Sud Americano, con formazioni che vanno dalle più remote alle più recenti.

IV.

Conclusione

Questa nota che, come ho premesso, non ha pretesa di racchiudere un'indagine completa sul grado di vulcanicità del vasto territorio brasiliano, sintetizza quanto, attraverso esplorazioni personali e notizie provenienti da fonti fedeli, serve a dare un'idea del posto che il Brasile occupa nella vulcanicità generale del Globo.

Si è visto: che lenzuoli di lava e depositi di ceneri vulcaniche si incontrano in molte zone del territorio brasiliano in località notevolmente distanti tra loro, *Goyaz* a N, *Paraná* a Sud; *Minas Geraes* e *São Paulo* al centro; *Santa Chatarina* verso il Sud. Tracce crateriche e veri e propri crateri si sono accertati nello stato di *São Paulo*, (monte *Botupoca*); nel monte di *Mestre Alvaro* nello stato di *Espirito Santo*. Diffuse sono le notizie che si hanno intorno a manifestazioni vulcaniche e cioè: frequenza di rombi nella catena delle *Vertentes*, al confine tra *Goyaz* e *Minas*; l'attività manifestata dal *Botupoca* al principio

1) U. MONDELLO, Mem. cit. Cap. II.

del secolo XIX, attività indubbiamente vulcanica; penacchi di fumo, fiamme ed esplosioni; l'esplosione alla foce dello *Jacuby* nel *Rio Grande*; la frequenza dei rombi nei monti di *Minas*, di *Parahyba*, ed in altri massicci nel nord del continente.

Si ricollegano infine alla vulcanologia del Brasile: i fenomeni di sollevamento e abbassamento accertati nel continente e nelle isole; l'origine vulcanica delle formazioni rocciose sia nel massiccio cesandino, sia nella parte insulare; nonchè tutta una serie di altri fenomeni sempre di carattere nettamente vulcanico.

A questa somma di notizie portano inoltre un notevole contributo allo studio della vulcanologia brasiliana le ipotesi e le opinioni dei geologi e degli esploratori che dal principio del secolo XIX hanno studiato le formazioni geologiche in varie regioni del Paese. Le opinioni de l'Humbolt, del Krusenstern, del Fergusson, del Branner; i fenomeni da me accennati per il *Rio Grande* collimano sulla probabile esistenza nell'Atlantico di vulcani sottomarini attivi e su l'origine vulcanica delle isole dell'Atlantico brasiliano; così come le indagini del Derby, di Hartt, del Reclus e del Cruls sui fenomeni di sollevamento, sulle formazioni eruttive delle rocce costituenti i massicci brasiliani formano un complesso notevole di constatazioni che non può sfuggire allo studio della vulcanicità di questa parte importante del continente Sud Americano, fino a questo momento poco esplorato ai fini della vulcanologia. 1)

Tutto questo insieme di materiale ci consente di formulare la presente conclusione: *Che, senza alcun dubbio, il Brasile ha attraversato un'epoca di attività vulcanica le cui tracce sono più manifeste, allo stato attuale delle nostre conoscenze del paese, nella regione Nord Orientale e Centrale (Minas Geraes e São Paulo); nei gruppi insulari, con l'esistenza di vulcani spenti o sospettati tali perchè nulla esclude che il presente stato di quiete in cui*

1) Per i diversi autori Mem. più volte citate.

si trovano sia uno stato relativo in rapporto al tempo in cui la quiete vulcanica può perdurare. E siamo portati a quest'ultima parte della nostra conclusione, considerando come non siano sufficienti i quattrocento anni che ci separano dalla scoperta del territorio e i due secoli, o poco più, di esplorazioni scientifiche per garantirci che l'attività vulcanica si sia esaurita in questa parte del globo, dove tutt'ora si hanno invece segni palesi di uno stato latente di questa attività, manifestata da commozioni telluriche, da vere e proprie attività vulcaniche (fumaiole, rombi, etc.), dal lento sollevamento costiero e da quello dei banchi sommersi.

Tutto ci fa sospettare che questo stato di quiete non sia assoluto, ma che sussista, invece, un'attività latente, se non nel massiccio continentale, nella parte insulare sommersa.
